CULTURA MAKER E DESENVOLVIMENTO DE ROBÔS SUSTENTÁVEIS

INTEGRANDO RECICLAGEM E TECNOLOGIA PARA UM FUTURO MAIS VERDE

Simone Helen Drumond Ischkanian
Gladys Nogueira Cabral
Sandro Garabed Ischkanian
Wilson Bezerra dos Santos
Celine Maria de Sousa Azevedo
Silvana Nascimento de Carvalho
Mara Lúcia Nunes de Lima Oliveira
Neusa Venditte
Rosimery Mendes Rodrigues
Idênis Glória Belchior
Priscilla Nayane M. R. dos Santos
Gabriel Nascimento de Carvalho

CULTURA MAKER E DESENVOLVIMENTO DE ROBÔS SUSTENTÁVEIS: INTEGRANDO RECICLAGEM E TECNOLOGIA PARA UM FUTURO MAIS VERDE.

Simone Helen Drumond Ischkanian
Gladys Nogueira Cabral
Sandro Ischkanian
Wilson Bezerra dos Santos
Celine Maria de Sousa Azevedo
Silvana Nascimento de Carvalho
Mara Lúcia Nunes de Lima Oliveira
Neusa Venditte
Rosimery Mendes Rodrigues
Idênis Glória Belchior
Priscilla Nayane Magalhães Ribeiro dos Santos
Gabriel Nascimento de Carvalho

A escola contemporânea enfrenta o desafio de formar cidadãos críticos, criativos e comprometidos com a sustentabilidade socioambiental. A integração de projetos pedagógicos inovadores, como os baseados na cultura maker e na robótica sustentável, surge como estratégia fundamental para uma educação voltada ao futuro. A cultura maker, fundamentada no princípio "faça você mesmo", incentiva a aprendizagem ativa, colaborativa e prática, permitindo que os estudantes se tornem protagonistas na construção do conhecimento (De Souza Junior; Bessa, 2018; Derbona et al., 2016). Essa abordagem transforma os espaços escolares em verdadeiros laboratórios de inovação, onde ideias se materializam por meio da experimentação, da criatividade e da resolução de problemas reais (Quaresma et al., 2021). A robótica sustentável, por sua vez, alia tecnologia e consciência ambiental ao promover o reaproveitamento de materiais recicláveis e lixo eletrônico na construção de protótipos e robôs. Essa prática não apenas reduz o impacto ambiental, como também estimula o pensamento científico e tecnológico dos estudantes, ampliando seu repertório técnico e crítico (Albuquerque et al., 2019; Ischkanian et al., 2022). De acordo com Abbeg (2023), o uso de componentes simples, como Arduino, potenciômetros e LEDs, facilita o acesso à robótica educativa, tornando-a mais inclusiva e viável para escolas públicas e privadas. A escola, nesse cenário, desempenha um papel central como agente de transformação social. Ao incorporar práticas sustentáveis e maker em seu currículo, promove uma formação integral que articula saberes científicos, tecnológicos, ambientais e éticos. Cria oportunidades para que os alunos compreendam os impactos de suas ações no meio ambiente e desenvolvam soluções inovadoras para problemas locais e globais. Projetos como os desenvolvidos em Ponta Porã (Bogarim et al., 2015) exemplificam como iniciativas escolares podem envolver a comunidade, estimulando uma cultura de responsabilidade coletiva. Do ponto de vista metodológico, essas práticas pedagógicas se apoiam em pesquisas qualitativas e participativas (Lüdke; André, 1986; Creswell, 2021), valorizando a interação entre teoria e prática. A construção de robôs a partir de materiais recicláveis, permite que os alunos mobilizem conhecimentos de diversas áreas — física, química, matemática e informática — de forma integrada e contextualizada. Essa interdisciplinaridade é essencial para enfrentar os desafios complexos da contemporaneidade (Mourão et al., 2015). Inspirada em autores como Freire (1994), essa proposta educativa rompe com modelos tradicionais e bancários de ensino, favorecendo uma educação problematizadora, criativa e emancipadora. Ao mesmo tempo, dialoga com movimentos tecnológicos contemporâneos, como o uso de software livre (Campos, 2006), ampliando as possibilidades de criação e compartilhamento de conhecimento. Projetos escolares baseados na cultura maker e na robótica sustentável representam um caminho promissor para a construção de uma educação do futuro, voltada à inovação, à cidadania e à sustentabilidade. A escola torna-se um espaço de convergência entre ciência, tecnologia, criatividade e responsabilidade socioambiental, formando sujeitos capazes de imaginar e construir um futuro mais verde, inclusivo e inteligente.

Palavras-chave: Cultura maker; sustentabilidade; robótica sustentável; educação do futuro; tecnologia educacional.

CULTURA MAKER E DESENVOLVIMENTO DE ROBÔS SUSTENTÁVEIS: INTEGRANDO RECICLAGEM E TECNOLOGIA PARA UM FUTURO MAIS VERDE.

Simone Helen Drumond Ischkanian
Gladys Nogueira Cabral
Sandro Ischkanian
Wilson Bezerra dos Santos
Celine Maria de Sousa Azevedo
Silvana Nascimento de Carvalho
Mara Lúcia Nunes de Lima Oliveira
Neusa Venditte
Rosimery Mendes Rodrigues
Idênis Glória Belchior
Priscilla Nayane Magalhães Ribeiro dos Santos
Gabriel Nascimento de Carvalho

1. INTRODUÇÃO

A cultura maker tem se consolidado como um movimento de grande relevância na contemporaneidade, sendo considerada um dos principais vetores de inovação tecnológica. Ela valoriza a experimentação prática, o aprendizado ativo e o protagonismo do indivíduo na construção de soluções criativas. Diferente de abordagens puramente teóricas, a cultura maker enfatiza o "faça você mesmo", incentivando a participação direta em projetos que envolvem tecnologia, ciência e artes. Essa filosofia promove a autonomia intelectual e técnica, permitindo que pessoas de diferentes idades e contextos sociais possam explorar suas habilidades e desenvolver projetos próprios.

> [...] é importante pensar como reduzir o consumo dos aparelhos eletrônicos, assim como reutilizá-los, descartá-los e joga-los em locais apropriados para a reciclagem. Uma opção para o reuso do e-lixo é a partir de práticas pedagógicas com a Robótica reutilizando esses materiais para desenvolver artefatos tecnológicos. (Albuquerque et al., 2019, p.2).

Ao associar a cultura maker à robótica sustentável, surge uma proposta inovadora que une criatividade, responsabilidade ambiental e experimentação tecnológica. A robótica sustentável aplica princípios de engenharia e programação, mas de forma consciente, priorizando o reaproveitamento de materiais e a redução do impacto ambiental. Essa combinação oferece uma abordagem prática e educativa, em que participantes são estimulados a criar robôs utilizando peças recicladas, lixo eletrônico ou materiais alternativos, desenvolvendo não apenas habilidades técnicas, mas também uma percepção crítica sobre consumo e descarte de resíduos tecnológicos.

A consciência ambiental se torna central nesse contexto, uma vez que a produção de dispositivos eletrônicos e robóticos muitas vezes gera grande quantidade de resíduos. A educação voltada para a sustentabilidade, integrada à cultura maker, permite que estudantes e participantes compreendam a importância de reduzir o consumo de equipamentos eletrônicos, reutilizar materiais e realizar o descarte adequado de componentes obsoletos. Essa abordagem transforma o

que seria lixo em matéria-prima para novas criações, promovendo um ciclo contínuo de reaproveitamento e aprendizagem.

O movimento maker também representa uma oportunidade significativa de democratização tecnológica. Ferramentas e conhecimentos antes restritos a laboratórios especializados passam a estar disponíveis para um público mais amplo. Isso permite que pessoas de diferentes faixas etárias e níveis socioeconômicos tenham acesso a tecnologias avançadas, promovendo inclusão e equidade. Ao experimentar com eletrônica, programação e fabricação digital, os participantes adquirem competências que seriam difíceis de desenvolver apenas por meio de métodos tradicionais de ensino.

A robótica sustentável, ao incorporar materiais recicláveis, reforça a ideia de economia circular. Garrafas PET, papelão, sucata eletrônica e outros materiais descartáveis tornam-se elementos essenciais para a construção de robôs funcionais. Essa prática não apenas reduz o desperdício, mas também estimula a criatividade ao desafiar os participantes a projetar soluções funcionais com recursos limitados. O processo de adaptação de materiais inadequados para fins tecnológicos exige pensamento crítico, planejamento e inovação, habilidades centrais na formação de futuros profissionais de ciência e engenharia.

A integração da robótica sustentável com a cultura maker contribui para o desenvolvimento de habilidades cognitivas e sociais. Projetar e construir robôs a partir de sucata envolve raciocínio lógico, resolução de problemas complexos e trabalho em equipe. Participantes precisam tomar decisões sobre design, funcionalidades e viabilidade do projeto, aprendendo a lidar com falhas e encontrar alternativas. Esse aprendizado prático é muitas vezes mais eficaz do que métodos teóricos, pois permite a aplicação direta de conceitos científicos e matemáticos em situações reais.

A criatividade é outro elemento central nesse processo. Ao trabalhar com materiais recicláveis, os participantes são incentivados a explorar novas possibilidades de construção e a experimentar diferentes soluções. Essa liberdade para testar ideias fortalece a inovação e permite que indivíduos desenvolvam projetos únicos e personalizados. Além disso, o estímulo à experimentação contribui para o desenvolvimento da autonomia intelectual, pois cada decisão tomada durante a construção é resultado da própria iniciativa do participante.

O acesso democratizado à robótica também promove inclusão social e tecnológica. Muitas vezes, kits robóticos comerciais possuem custo elevado, dificultando o acesso de comunidades menos favorecidas. A reutilização de materiais disponíveis localmente permite que escolas, grupos comunitários e indivíduos criem robôs de baixo custo, garantindo que a educação tecnológica não seja restrita a ambientes elitizados. Essa abordagem amplia o alcance da tecnologia e fomenta a participação de diferentes grupos sociais em atividades de inovação.

A prática da robótica sustentável integra conceitos de ciência, tecnologia, engenharia, artes e matemática, de forma interdisciplinar. A construção de robôs a partir de materiais recicláveis permite que estudantes compreendam na prática conceitos teóricos, como força, movimento, energia e programação. O aprendizado torna-se mais significativo, pois os conceitos são aplicados diretamente em desafios concretos, facilitando a assimilação e estimulando o interesse pela ciência e tecnologia.

A educação baseada na cultura maker também transforma o papel do professor. Em vez de ser apenas um transmissor de conhecimento, o educador se torna um facilitador e orientador de projetos. Ele acompanha o desenvolvimento dos estudantes, ajuda na resolução de problemas e incentiva a experimentação, promovendo um ambiente colaborativo e criativo. Esse modelo de ensino contribui para o desenvolvimento de competências socioemocionais, como comunicação, empatia e liderança.

A robótica sustentável permite ainda a criação de soluções práticas para problemas ambientais locais. Robôs projetados com materiais recicláveis podem ser utilizados para separar resíduos, coletar materiais recicláveis ou realizar tarefas que aumentem a eficiência da gestão de resíduos em escolas e comunidades. Dessa forma, a prática maker deixa de ser apenas um exercício pedagógico, tornando-se uma ferramenta útil para a sociedade e para a preservação do meio ambiente.

A integração entre cultura maker e sustentabilidade tecnológica também fortalece a economia circular. Ao transformar resíduos em insumos para novos projetos, reduz-se a dependência de matérias-primas virgens e diminui-se o volume de lixo descartado. Esse processo contribui para a conscientização sobre consumo responsável e a importância de práticas sustentáveis em diferentes setores da sociedade, desde a educação até a indústria.

A robótica sustentável promove inovação ao desafiar os participantes a criar soluções eficientes a partir de materiais limitados. A restrição de recursos estimula a criatividade, pois exige que ideias inovadoras sejam aplicadas para resolver problemas práticos. Essa capacidade de adaptação é uma competência essencial no mundo contemporâneo, em que mudanças rápidas e desafios complexos exigem pensamento crítico e habilidades de resolução de problemas.

Projetos maker que incorporam robótica sustentável também estimulam a colaboração. Trabalhar em grupo para construir robôs a partir de sucata exige divisão de tarefas, comunicação eficiente e coordenação entre os participantes. Esses projetos fortalecem habilidades de cooperação e desenvolvem senso de comunidade, elementos fundamentais para o sucesso de iniciativas coletivas e para a construção de redes de inovação.

O aprendizado prático proporcionado pelo movimento maker facilita a compreensão de conceitos abstratos. Ao lidar com eletrônica, programação e mecânica, os participantes aplicam na prática teorias que muitas vezes parecem distantes ou complexas. Essa abordagem transforma o

aprendizado em uma experiência envolvente, em que erros e acertos fazem parte do processo, incentivando a persistência e a experimentação.

A cultura maker também contribui para o desenvolvimento da autonomia. Ao tomar decisões sobre o design, materiais e funcionalidades dos robôs, os participantes exercitam a capacidade de gerenciar projetos de forma independente. Essa autonomia se reflete não apenas na construção de robôs, mas também na formação de cidadãos críticos e conscientes, capazes de tomar decisões informadas sobre consumo, sustentabilidade e inovação.

A robótica sustentável oferece oportunidades para a aplicação de conceitos de programação e inteligência artificial de maneira prática e acessível. Robôs simples construídos a partir de materiais recicláveis podem incorporar sensores, motores e sistemas de controle, permitindo que os participantes explorem fundamentos de automação e lógica computacional. Isso contribui para o desenvolvimento de habilidades digitais essenciais para o mercado de trabalho e para a vida cotidiana.

O impacto social da cultura maker é significativo. Ao democratizar o acesso à tecnologia e à educação prática, esse movimento promove inclusão, equidade e capacitação de indivíduos e comunidades. Iniciativas de robótica sustentável podem atingir escolas públicas, centros comunitários e grupos sociais menos favorecidos, ampliando oportunidades de aprendizado e incentivando a participação de todos na construção de soluções tecnológicas e ambientais.

A integração da robótica sustentável à educação fomenta o protagonismo estudantil. Os alunos deixam de ser receptores passivos de conhecimento para se tornarem agentes ativos do aprendizado. Eles são incentivados a propor soluções, testar hipóteses e refletir sobre os resultados, desenvolvendo pensamento crítico e habilidades de pesquisa. Essa postura fortalece a confiança dos estudantes em suas capacidades e os prepara para desafios futuros.

A prática maker também reforça a consciência ecológica. Ao reutilizar materiais que seriam descartados, os participantes internalizam a importância da preservação ambiental e da gestão responsável de resíduos. Esse aprendizado se estende para além da sala de aula, influenciando hábitos de consumo e atitudes cotidianas em relação ao meio ambiente, contribuindo para a formação de cidadãos mais conscientes e engajados.

A robótica sustentável permite experiências de prototipagem rápida, em que ideias podem ser testadas, ajustadas e aprimoradas de forma contínua. Esse ciclo de criação, avaliação e melhoria fortalece a capacidade de inovação, incentivando os participantes a buscar soluções mais eficientes e criativas. A prototipagem também proporciona um aprendizado iterativo, essencial para o desenvolvimento de competências técnicas e cognitivas.

O movimento maker contribui para a construção de comunidades de aprendizagem colaborativa. Espaços makers e laboratórios de robótica sustentável funcionam como ambientes em que indivíduos compartilham conhecimentos, experiências e recursos. Essa interação promove

troca de ideias, criação conjunta e fortalecimento de redes de inovação, beneficiando tanto os participantes quanto a comunidade em geral.

O desenvolvimento de projetos de robótica sustentável também oferece oportunidades de empreendedorismo social. Soluções criadas a partir de materiais recicláveis podem ser aplicadas em contextos comunitários, escolas ou pequenas empresas, gerando valor social e ambiental. Essa perspectiva incentiva os participantes a enxergar a tecnologia não apenas como instrumento de inovação, mas como ferramenta para transformação social e ambiental.

2. DESENVOLVIMENTO

A cultura maker, ao integrar tecnologia, sustentabilidade e educação, propicia um modelo de aprendizagem que vai muito além do ensino tradicional, colocando o estudante no centro do processo de construção do conhecimento. Ao invés de apenas absorver informações, ele é incentivado a experimentar, errar e corrigir, promovendo o aprendizado ativo. Essa metodologia fortalece não apenas competências técnicas, como programação, eletrônica e engenharia, mas também habilidades socioemocionais, incluindo colaboração, empatia e resiliência, elementos essenciais para a formação de cidadãos críticos e criativos.

O protagonismo do indivíduo no contexto maker se manifesta na capacidade de tomar decisões, propor soluções e liderar projetos de inovação. Essa centralidade do participante está alinhada com os princípios pedagógicos de Paulo Freire, que defende a educação como prática da liberdade, em que o aluno deixa de ser receptor passivo de conhecimento e se torna agente transformador de sua realidade. A cultura maker, nesse sentido, cria um ambiente propício à reflexão crítica sobre problemas sociais, tecnológicos e ambientais, estimulando a autonomia intelectual.

A robótica sustentável, integrada à cultura maker, reforça a importância de transformar materiais descartáveis em soluções tecnológicas funcionais. Essa prática, além de reduzir o impacto ambiental, estimula a criatividade e o raciocínio crítico, ao exigir que os participantes adaptem materiais limitados para construir robôs capazes de desempenhar tarefas específicas. Segundo Simone Helen Drumond Ischkanian, Gladys Nogueira Cabral, Regina Daucia de Oliveira Braga, Taynan Alécio da Silva e Sandro Garabed Ischkanian (2022), a robótica sustentável contribui para o desenvolvimento de competências tecnológicas e ambientais simultaneamente, formando indivíduos conscientes do impacto de suas ações sobre o planeta.

O movimento maker também promove inclusão social e tecnológica, ao democratizar o acesso a ferramentas, conhecimento e experiências práticas. Muitos laboratórios e kits robóticos comerciais têm custo elevado, tornando-os inacessíveis para escolas públicas e comunidades menos favorecidas. Ao incentivar a reutilização de materiais locais e a construção de soluções

próprias, a cultura maker garante que a educação tecnológica se torne mais equitativa e participativa, abrindo portas para a formação de futuros inovadores em contextos diversos.

A aprendizagem ativa promovida pelo movimento maker permite que conceitos de ciência, tecnologia, engenharia, artes e matemática sejam assimilados na prática, por meio da experimentação e da prototipagem. Esse modelo de ensino é especialmente eficaz na robótica sustentável, em que estudantes lidam diretamente com problemas reais, projetando soluções que têm aplicabilidade concreta. A abordagem "mão na massa" torna o aprendizado mais significativo, pois os conceitos teóricos são vivenciados e testados de maneira concreta.

O movimento maker contribui para o desenvolvimento de competências socioemocionais essenciais para a vida em sociedade. Trabalhar em equipe, negociar ideias, resolver conflitos e lidar com frustrações durante o processo de construção são experiências que fortalecem a capacidade de comunicação, liderança e empatia. Essa combinação de habilidades técnicas e socioemocionais prepara os indivíduos para enfrentar os desafios complexos do século XXI de forma criativa e responsável.

A sustentabilidade se torna um eixo central na prática maker, ao integrar robótica e reaproveitamento de materiais. A utilização de sucata eletrônica, papelão, garrafas PET e outros resíduos transforma o processo de aprendizado em uma ação concreta de preservação ambiental. Dessa forma, os participantes desenvolvem não apenas competências técnicas, mas também uma consciência crítica sobre consumo, descarte e reutilização de recursos, internalizando hábitos que podem ser aplicados em suas vidas pessoais e profissionais.

A robótica sustentável possibilita, ainda, a criação de soluções tecnológicas aplicáveis a problemas ambientais locais. Robôs construídos com materiais recicláveis podem ser utilizados para coleta e separação de resíduos, monitoramento ambiental ou atividades pedagógicas que promovam educação ecológica. Essa aplicação prática reforça a relevância da cultura maker como ferramenta de transformação social, demonstrando que o aprendizado pode gerar impacto direto na comunidade e no meio ambiente.

A integração entre educação, tecnologia e sustentabilidade fortalece a economia circular, promovendo o reaproveitamento de recursos e a redução de desperdícios. Ao transformar lixo em matéria-prima para projetos tecnológicos, o movimento maker demonstra que é possível unir inovação e responsabilidade ambiental, incentivando práticas que contribuem para um desenvolvimento mais equilibrado e consciente, alinhado com os princípios de sustentabilidade global.

Segundo De Souza Junior e Bessa (2018), o movimento maker oferece benefícios significativos no processo de fabricação de produtos, ao estimular a autonomia, a experimentação e a capacidade de resolver problemas de forma criativa. Esses princípios se aplicam de maneira direta à robótica sustentável, em que a construção de robôs a partir de materiais recicláveis exige

planejamento, adaptação e inovação constante, transformando o aprendizado em uma experiência prática, colaborativa e engajadora.

A abordagem “do it yourself” proposta pelo movimento maker também contribui para a democratização do conhecimento tecnológico. Ao disponibilizar métodos, técnicas e ferramentas para qualquer indivíduo, independentemente de sua formação ou condição econômica, o movimento possibilita que comunidades inteiras participem de processos de inovação. Essa inclusão é fundamental para reduzir desigualdades no acesso à tecnologia, promovendo educação científica e tecnológica de forma mais equitativa.

A experimentação prática, característica central do movimento maker, estimula o pensamento crítico e a capacidade de resolução de problemas. Ao lidar com falhas, adaptar soluções e aprimorar protótipos, os participantes desenvolvem habilidades cognitivas complexas, como análise, síntese e avaliação. Essas competências são essenciais não apenas para o contexto educacional, mas também para a vida profissional e pessoal, preparando indivíduos para lidar com situações imprevisíveis e desafios multidimensionais.

O movimento maker, ao integrar cultura tecnológica, sustentabilidade e educação, também contribui para o desenvolvimento de competências empreendedoras. Projetos de robótica sustentável podem gerar soluções inovadoras com potencial de aplicação prática e social, incentivando participantes a pensar em formas de transformar conhecimento em iniciativas produtivas, conscientes e economicamente viáveis. Essa dimensão empreendedora fortalece a capacidade de criar oportunidades e gerar impacto positivo em diferentes contextos.

A robótica sustentável, ao combinar aprendizado tecnológico com consciência ambiental, promove a internalização de valores éticos relacionados à preservação do meio ambiente. Os participantes passam a compreender que a inovação tecnológica deve estar alinhada a princípios de responsabilidade social e ecológica, desenvolvendo uma postura crítica e ética frente às práticas de consumo, descarte e produção industrial, além de estimular o engajamento cívico e ambiental.

O envolvimento em projetos maker também favorece o desenvolvimento de habilidades de colaboração e comunicação, fundamentais para qualquer contexto de inovação. Trabalhar em grupos multidisciplinares exige que os participantes negociem ideias, compartilhem conhecimentos e tomem decisões coletivas. Essa dinâmica fortalece o senso de pertencimento, a capacidade de liderança e a empatia, contribuindo para a formação de indivíduos aptos a trabalhar de forma cooperativa em ambientes complexos e diversificados.

A cultura maker integrada à robótica sustentável proporciona, ainda, oportunidades para a aprendizagem interdisciplinar. Conceitos de física, matemática, programação, design e ciências ambientais são aplicados simultaneamente na construção de robôs a partir de materiais recicláveis. Essa abordagem estimula a compreensão sistêmica de problemas, incentivando os participantes a

perceber interconexões entre diferentes áreas do conhecimento, aprimorando habilidades cognitivas e a capacidade de inovar de forma integrada.

A prática maker promove protagonismo juvenil, tornando estudantes agentes ativos na construção de soluções tecnológicas e ambientais. Essa participação fortalece a autoestima, a autoconfiança e a percepção de que suas ações podem gerar impacto real na sociedade. O engajamento em projetos maker cria uma cultura de aprendizado contínuo, incentivando a curiosidade, a criatividade e a disposição para enfrentar desafios de forma persistente e responsável.

A robótica sustentável, ao transformar resíduos em tecnologias funcionais, exemplifica a capacidade de inovação aplicada à resolução de problemas reais. Essa prática mostra que a criatividade não depende de recursos ilimitados, mas da capacidade de pensar criticamente, adaptar materiais e testar soluções. Essa abordagem fortalece competências essenciais para o século XXI, como inovação, pensamento crítico, colaboração e responsabilidade ambiental.

A integração entre cultura maker, robótica sustentável e educação representa um modelo pedagógico inovador, capaz de unir aprendizado prático, consciência ecológica e desenvolvimento socioemocional. Esse modelo oferece oportunidades de aprendizagem significativas e contextualizadas, preparando indivíduos para enfrentar os desafios contemporâneos com criatividade, autonomia e responsabilidade, formando cidadãos capazes de transformar positivamente sua realidade e seu entorno.

A sinergia entre cultura maker e robótica sustentável demonstra que é possível unir educação, inovação e sustentabilidade em uma abordagem prática e transformadora. Ao promover aprendizado ativo, inclusão social, desenvolvimento de competências técnicas e socioemocionais, além de soluções ambientais aplicáveis, esse movimento reafirma o potencial de transformar conhecimentos em ações concretas, contribuindo para a construção de uma sociedade mais justa, consciente e ambientalmente responsável, alinhada com os desafios e necessidades do século XXI.

2.1. METODOLOGIA DA PESQUISA PARA DELINEAMENTO DO ARTIGO

A presente pesquisa adota uma abordagem qualitativa, de cunho bibliográfico e documental, centrada na análise interpretativa dos discursos científicos sobre "*Cultura maker e desenvolvimento de robôs sustentáveis: integrando reciclagem e tecnologia para um futuro mais verde"***.** A opção pela abordagem qualitativa justifica-se pela necessidade de compreender significados, sentidos e processos relacionados às práticas pedagógicas contemporâneas, mais do que quantificar dados. Trata-se de uma investigação que busca interpretar a complexidade dos fenômenos educacionais, respeitando a singularidade do campo da educação e valorizando a leitura crítica de produções teóricas consolidadas (Creswell, 2021; Gil, 2018; Lüdke & André, 1986).

A pesquisa bibliográfica tem papel central no desenvolvimento deste estudo, pois permite ao pesquisador conhecer o estado da arte sobre o tema, sistematizar conceitos e identificar lacunas a serem exploradas. Nesse contexto, o levantamento bibliográfico consistiu na exploração de livros, artigos científicos, dissertações, teses e documentos eletrônicos relacionados à cultura maker, robótica sustentável, metodologias ativas e educação tecnológica. A literatura consultada forneceu suporte teórico para a análise e discussão dos dados, garantindo consistência metodológica e fundamentação científica (Vergara, 2014; Richardson, 1999; Prodanov & Freitas, 2013; Severino, 2016).

A pesquisa também se caracteriza como documental**,** uma vez que incluiu materiais acessados em bases digitais e científicas, como CAPES, Scopus, Web of Science, SciELO, Academia Edu e Google Acadêmico. Para a seleção dos materiais, foram considerados critérios de atualidade**,** pertinência temática **e** rigor acadêmico**,** visando assegurar a relevância e consistência teórica dos dados utilizados. Essa estratégia seguiu recomendações metodológicas de Lakatos e Marconi (2010) e Quivy e Campenhoudt (2008), que orientam a busca criteriosa e sistemática de informações em pesquisas científicas.

O levantamento inicial foi realizado por meio da definição de palavras-chave recorrentes na literatura, tais como cultura maker, robótica sustentável, metodologias ativas, aprendizagem significativa, tecnologia educacional e economia circular. Esse mapeamento permitiu identificar um conjunto diversificado de artigos e obras, abordando a temática sob diferentes perspectivas. A leitura exploratória dos títulos e resumos possibilitou a filtragem dos textos mais aderentes aos objetivos da pesquisa, garantindo relevância, qualidade e diversidade de enfoques.

Após a triagem inicial, os textos selecionados foram submetidos à leitura analítica, buscando-se identificar elementos comuns, tensões e contribuições singulares em cada produção. A análise foi realizada por meio da categorização temática**,** com posterior cruzamento entre os achados, possibilitando a construção de uma narrativa articulada e consistente sobre a cultura maker e a robótica sustentável. Sousa, Oliveira e Alves (2021) destacam a importância da sistematização criteriosa das informações para evitar contradições e interpretações equivocadas.

Os procedimentos de análise incluíram a comparação entre as produções localizadas, a partir de categorias definidas com base nos objetivos específicos da pesquisa, conforme orientações de Gil (2008) e Lakatos & Marconi (2017). Esse cruzamento permitiu evidenciar recorrências e contrastes entre experiências pedagógicas, abordagens tecnológicas e práticas de sustentabilidade descritas nos textos, destacando aspectos epistemológicos, conceituais e metodológicos envolvidos.

A relação entre cultura maker e robótica sustentável com a educação tecnológica emergiu de forma clara na literatura analisada. A prática maker, ao integrar aprendizagem prática e interdisciplinar, estimula a construção de robôs sustentáveis a partir de materiais recicláveis,

promovendo competências técnicas, socioemocionais e ambientais (De Souza Junior & Bessa, 2018; Ischkanian et al., 2022). Essa abordagem evidencia a possibilidade de transformar o aprendizado em experiências concretas, ao mesmo tempo em que reforça a consciência ecológica e a inclusão tecnológica.

A pesquisa demonstrou que a cultura maker favorece a democratização do acesso à tecnologia, tornando viável o desenvolvimento de projetos inovadores mesmo em contextos com recursos limitados. A robótica sustentável, neste sentido, funciona como um instrumento pedagógico que articula criatividade, colaboração, reutilização de materiais e inovação tecnológica, refletindo diretamente sobre práticas educacionais contemporâneas e metodologias ativas (Derbona et al., 2016; Freire, 1994).

A análise documental e bibliográfica permitiu também identificar tendências, desafios e oportunidades no desenvolvimento de robôs sustentáveis, destacando práticas que vão além da simples prototipagem, envolvendo soluções aplicáveis para a gestão de resíduos, eficiência energética e economia circular. Este panorama reforça o caráter transformador da cultura maker, conectando teoria e prática em prol de objetivos pedagógicos e ambientais.

A sistematização dos dados obtidos a partir das obras selecionadas foi realizada de forma temática, contemplando categorias como inovação tecnológica, sustentabilidade, aprendizagem significativa, inclusão digital e criatividade aplicada. Essa organização permitiu identificar padrões, lacunas e contribuições relevantes para o estudo, oferecendo suporte à construção do referencial teórico e à formulação das análises propostas.

O estudo bibliográfico e documental também permitiu refletir sobre a aplicabilidade das metodologias maker em diferentes contextos educacionais, mostrando que projetos de robótica sustentável podem ser adaptados a escolas, laboratórios comunitários e espaços de aprendizagem informal. Essa flexibilidade fortalece a relevância social da pesquisa, evidenciando que o conhecimento científico pode ser traduzido em soluções concretas para problemas ambientais e educativos.

A metodologia adotada nesta pesquisa possibilita, portanto, uma visão abrangente sobre o tema, articulando aspectos teóricos, práticos e epistemológicos da cultura maker e da robótica sustentável. A abordagem qualitativa permite interpretar dados complexos e estabelecer relações entre conceitos, experiências e resultados encontrados na literatura, oferecendo uma compreensão aprofundada do fenômeno estudado.

O procedimento de categorização e análise das publicações também foi fundamentado na verificação da consistência e confiabilidade dos dados, garantindo que as informações extraídas fossem precisas e representativas da produção científica existente. Essa prática é essencial para pesquisas bibliográficas de qualidade, conforme enfatizam Gil (2018) e Prodanov & Freitas (2013).

A pesquisa permitiu identificar que a robótica sustentável é uma prática pedagógica capaz de integrar aspectos tecnológicos, ambientais e sociais, tornando-se ferramenta de aprendizagem significativa e de desenvolvimento de competências para o século XXI. Os dados indicam que a utilização de materiais recicláveis, a experimentação prática e o desenvolvimento colaborativo de projetos promovem engajamento, protagonismo estudantil e responsabilidade ambiental.

As obras analisadas também evidenciam a importância da reflexão crítica na implementação de projetos maker. Não se trata apenas de construir robôs ou protótipos, mas de compreender o contexto social e ambiental em que essas tecnologias são aplicadas. A pesquisa, portanto, oferece subsídios teóricos e metodológicos para que educadores e pesquisadores possam desenvolver práticas pedagógicas inovadoras, sustentáveis e inclusivas.

A revisão documental e bibliográfica possibilitou a construção de um quadro teórico robusto sobre cultura maker e robótica sustentável, integrando referências clássicas de metodologia e pesquisas recentes sobre inovação tecnológica, educação e sustentabilidade. Esse arcabouço teórico sustenta a análise e discussão das contribuições do movimento maker para a formação de competências, conscientização ambiental e inclusão tecnológica.

A triangulação das informações provenientes de diferentes fontes — livros, artigos científicos, dissertações e plataformas digitais — conferiu maior confiabilidade aos resultados da pesquisa. Ao comparar produções nacionais e internacionais, o estudo identificou convergências e divergências sobre práticas pedagógicas, metodologias ativas e impactos da robótica sustentável, ampliando a compreensão do fenômeno em múltiplos contextos.

A metodologia adotada, ao articular análise qualitativa, pesquisa bibliográfica e pesquisa documental, permitiu construir um estudo aprofundado sobre o desenvolvimento de robôs sustentáveis no contexto da cultura maker. Essa abordagem reforça a pertinência do tema e oferece suporte teórico para futuras investigações sobre educação tecnológica, inovação e sustentabilidade.

A relação do tema da pesquisa com as referências bibliográficas utilizadas evidencia que a cultura maker e a robótica sustentável são campos interdisciplinares e inovadores, que conectam teoria e prática. O levantamento, sistematização e análise crítica da literatura permitiram compreender como esses movimentos contribuem para a construção de aprendizagem significativa, desenvolvimento de competências e promoção da sustentabilidade, fornecendo subsídios sólidos para a elaboração de políticas educativas e projetos pedagógicos inovadores.

2.2. MATERIAIS RECICLÁVEIS NA ESCOLA PARA A CONSTRUÇÃO DE ROBÔS

A utilização de materiais recicláveis e lixo eletrônico como base para a construção de robôs nas escolas é uma prática pedagógica inovadora que alia aprendizagem tecnológica à consciência ambiental. Segundo Bogarim et al. (2015), o uso de sucata e materiais reaproveitáveis

permite a criação de projetos que incentivam a economia circular e minimizam o desperdício, promovendo ao mesmo tempo o desenvolvimento de habilidades técnicas e socioemocionais nos alunos.

Materiais simples, como papelão, garrafas PET, tampas plásticas e restos de aparelhos eletrônicos, podem ser transformados em componentes estruturais e funcionais de robôs, tornando a aprendizagem mais concreta e significativa. Cresswell (2021) enfatiza a importância de experiências práticas para a compreensão de processos complexos, reforçando que a construção de protótipos e o manuseio de materiais recicláveis estimulam o raciocínio crítico e a capacidade de resolução de problemas.

A escola desempenha um papel central nesse processo, atuando como espaço mediador em que professores orientam os estudantes na escolha e no uso seguro dos materiais, ao mesmo tempo em que incentivam a experimentação e a criatividade. Campos (2006) ressalta que a democratização de ferramentas e recursos tecnológicos, mesmo quando reaproveitados, possibilita que qualquer indivíduo tenha acesso à tecnologia, fortalecendo a autonomia e a capacidade de inovar dentro do ambiente educacional.

Um dos principais benefícios da utilização de materiais recicláveis é a promoção da sustentabilidade. Ao transformar resíduos em insumos para a construção de robôs, os alunos passam a compreender de forma prática a importância da reutilização e do descarte consciente, internalizando hábitos ecológicos que podem se estender para além da escola. De acordo com Bogarim et al. (2015), esse tipo de prática contribui para a formação de cidadãos mais conscientes e engajados com questões ambientais, fortalecendo a educação ambiental de maneira significativa.

O reaproveitamento de lixo eletrônico, como motores de brinquedos antigos, cabos e peças de computadores, representa um desafio pedagógico e uma oportunidade de aprendizagem. Ao lidar com componentes obsoletos, os estudantes aprendem a identificar funcionalidades, adaptar peças e desenvolver soluções tecnológicas funcionais, integrando conceitos de engenharia, programação e eletrônica. Cresswell (2021) reforça que o aprendizado ocorre de maneira mais efetiva quando os estudantes se envolvem diretamente no processo de construção do conhecimento.

Entre os materiais mais utilizados na construção de robôs estão o papelão, que serve como estrutura base, as garrafas PET, utilizadas como corpo ou rodas, tampas plásticas para engrenagens improvisadas, e palitos de picolé ou canudos para articulações e suportes. A combinação desses elementos com peças eletrônicas reaproveitadas permite criar robôs simples, mas funcionais, estimulando a experimentação e a criatividade, além de reforçar conceitos de física e mecânica (Bogarim et al., 2015).

A prática maker em ambiente escolar também incentiva a inovação. Ao trabalhar com materiais limitados e reaproveitados, os alunos precisam encontrar soluções alternativas, testar

hipóteses e aprimorar protótipos, desenvolvendo habilidades de resolução de problemas e pensamento crítico. Campos (2006) reforça que a criatividade no uso de recursos acessíveis promove o aprendizado de forma mais democrática, mostrando que a tecnologia pode ser explorada por todos, independentemente da disponibilidade de materiais sofisticados.

A construção de robôs com materiais recicláveis contribui para o fortalecimento de habilidades socioemocionais. Trabalhar em grupo exige colaboração, comunicação e negociação de ideias, fortalecendo o senso de responsabilidade compartilhada e a capacidade de resolver conflitos de forma construtiva. Bogarim et al. (2015) destacam que essas práticas favorecem o desenvolvimento integral dos estudantes, preparando-os para atuar em contextos coletivos de maneira ética e consciente.

A metodologia baseada na robótica sustentável também favorece a interdisciplinaridade. Durante a construção dos robôs, conceitos de matemática, física, tecnologia, ciências ambientais e até artes são aplicados simultaneamente, permitindo aos alunos compreender de forma integrada como diferentes áreas do conhecimento se conectam na resolução de problemas reais. Cresswell (2021) enfatiza que a aprendizagem significativa ocorre quando os estudantes percebem relações entre teoria e prática, tornando o conhecimento mais aplicável e memorável.

Registrar e documentar as atividades é fundamental para consolidar o aprendizado. Relatórios, fotos, vídeos e apresentações permitem que os alunos reflitam sobre o processo, analisem erros e acertos, e compartilhem experiências com colegas. Essa prática fortalece habilidades de comunicação, análise crítica e organização, além de incentivar a responsabilidade e a valorização do próprio trabalho, conforme destacado por Bogarim et al. (2015).

As atividades com materiais recicláveis também promovem integração entre escola e comunidade. Campanhas de coleta de sucata eletrônica, oficinas abertas e projetos colaborativos envolvendo famílias e instituições locais ampliam o impacto da educação ambiental, incentivando a participação social e a conscientização sobre o reaproveitamento de materiais. Campos (2006) reforça que a democratização do acesso a recursos tecnológicos, mesmo em ambientes escolares, possibilita a inclusão e o engajamento de diferentes públicos.

A utilização de materiais recicláveis na construção de robôs evidencia a viabilidade de práticas pedagógicas inovadoras e sustentáveis. Ao integrar tecnologia, criatividade, trabalho colaborativo e consciência ambiental, essas atividades fortalecem o aprendizado significativo, promovem habilidades técnicas e socioemocionais, e formam cidadãos críticos e responsáveis. Cresswell (2021) e Bogarim et al. (2015) destacam que essas práticas contribuem para a formação de indivíduos capazes de aplicar conhecimentos de maneira prática e ética, gerando impactos positivos na escola e na comunidade.

Robô Seguidor de Linha

Atividade: Construção de robô que segue uma linha demarcada no chão. Procedimento metodológico: Introdução ao conceito de sensores e movimento autônomo; planejamento do chassi e teste de percurso.

Materiais: Papelão para o chassi, tampas plásticas para rodas, motores de brinquedo reaproveitados, fios reciclados, pilhas.

Como construir: Montar o chassi em papelão, fixar as tampas como rodas, instalar os motores e conectar sensores simples feitos a partir de sucata eletrônica, programando para seguir a linha.

Aplicação educacional: Ensina física (movimento e atrito), lógica de programação, raciocínio crítico e trabalho colaborativo.

Braço Robótico com Garrafas PET

Atividade: Construção de braço robótico manipulador capaz de pegar e movimentar objetos pequenos.

Procedimento metodológico: Exploração de mecânica de alavancas e articulações; planejamento do movimento e teste de protótipo.

Materiais: Garrafas PET cortadas em segmentos, tampinhas plásticas, elásticos, palitos de churrasco, motores de brinquedo.

Como construir: Cortar garrafas para formar os segmentos do braço, unir com tampinhas e elásticos para criar articulações, acoplar motores para movimentação. Aplicação educacional: Desenvolve coordenação motora, raciocínio lógico, conceitos de física e engenharia básica.

Carro Robô com Caixa de Sapato

Atividade: Construção de carro robô controlado manualmente ou autonomamente. Procedimento metodológico: Planejamento do chassi, adaptação de motores e teste de deslocamento.

Materiais: Caixa de sapato, tampas plásticas para rodas, motores reciclados, pilhas, fios.

Como construir: Montar a caixa como chassi, fixar rodas com tampas, conectar motores e pilhas, testar movimentação.

Aplicação educacional: Introdução à robótica móvel, eletrônica básica, física do movimento e trabalho em equipe.

Robô Pintor com Copos Plásticos

Atividade: Construção de robô que desenha padrões no papel através de vibração.

Procedimento metodológico: Planejamento do desenho, teste de movimento e exploração de vibração.

Materiais: Copos plásticos, canetas, motor vibrador de celular reaproveitado, fita adesiva, pilhas.

Como construir: Fixar motor ao copo com a caneta acoplada, ligar com pilha para gerar vibração e produzir desenhos.

Aplicação educacional: Integra arte, robótica, coordenação motora e criatividade.

Robô Coletor de Lixo

Atividade: Construção de robô que simula a coleta de resíduos.

Procedimento metodológico: Planejamento funcional do robô, adaptação de peças para movimentação e armazenamento de objetos.

Materiais: Garrafas PET, tampas plásticas, motores reciclados, caixa pequena para coleta, pilhas, fios.

Como construir: Montar o chassis com PET, fixar rodas com tampas, instalar motor e caixa coletora, testar funcionamento.

Aplicação educacional: Educação ambiental, consciência sobre economia circular, engenharia básica e criatividade.

Robô Andarilho com Rolos de Papelão

Atividade: Construção de robô com pernas articuladas que se movimentam de forma coordenada.

Procedimento metodológico: Planejamento de articulações e teste de movimento. Materiais: Rolos de papel higiênico, palitos de picolé, elásticos, motores pequenos.

Como construir: Unir rolos com palitos e elásticos formando pernas articuladas, acionar motor para movimento.

Aplicação educacional: Física do movimento, engenharia mecânica, coordenação motora e pensamento crítico.

Robô Giratório com Lata de Alumínio

Atividade: Construção de robô que gira em torno de um eixo central. Procedimento metodológico: Estudo da força centrípeta e rotação; planejamento do eixo e testes de movimento.

Materiais: Lata de alumínio, motor de ventilador antigo, pilha, fios. Como construir: Fixar motor dentro da lata, conectar eixo central permitindo rotação, ligar à pilha.

Aplicação educacional: Conceitos de física, eletrônica básica e observação experimental de forças.

Robô Musical com Tubos de Papelão

Atividade: Construção de robô que produz sons ao se movimentar. Procedimento metodológico: Planejamento do movimento e experimentação com som.

Materiais: Tubos de papelão, motores reciclados, tampas metálicas ou plásticas, pilhas, fita adesiva.

Como construir: Acoplar motor e tampas aos tubos, ajustar movimento para gerar sons variados.

Aplicação educacional: Física do som, criatividade, coordenação motora e experimentação prática.

Robô Aranha com Tampas e Canudos

Atividade: Construção de robô com múltiplas pernas articuladas.

Procedimento metodológico: Planejamento de simetria e movimento coordenado.

Materiais: Tampas plásticas, canudos, motores pequenos, fita adesiva, pilhas.

Como construir: Criar corpo central com tampas, fixar pernas de canudo, acionar motor para movimento.

Aplicação educacional: Engenharia mecânica, planejamento, coordenação motora e resolução de problemas.

Robô Rastreador de Luz

Atividade: Construção de robô que segue fontes de luz.

Procedimento metodológico: Introdução a sensores fotocélula, planejamento e teste de resposta.

Materiais: Lata ou papelão, sensor de luz reaproveitado, motor, pilhas, fios.

Como construir: Integrar sensor ao motor para que o robô se mova em direção à luz. Aplicação educacional: Física da luz, eletrônica básica, lógica de programação.

Robô Limpa-Quadro

Atividade: Construção de robô que simula limpeza de superfícies. Procedimento metodológico: Planejamento de mecanismo de movimento e teste de efetividade.

Materiais: Garrafas PET, esponja, motor de brinquedo, pilhas, fita adesiva.

Como construir: Fixar esponja na garrafa, acionar motor para movimentação sobre quadro ou papel.

Aplicação educacional: Criatividade, engenharia simples, solução de problemas e coordenação motora.

Robô Braço Hidráulico com Seringas

Atividade: Construção de braço robótico acionado por pressão hidráulica.

Procedimento metodológico: Estudo de princípios hidráulicos e movimento controlado.

Materiais: Seringas, tubos plásticos, garrafas PET, palitos de madeira, elásticos.

Como construir: Conectar seringas com tubos para transmitir pressão, movimentando o braço.

Aplicação educacional: Física aplicada, hidráulica, engenharia básica e coordenação motora.

Robô Caranguejo com Caixa de Ovo

Atividade: Construção de robô articulado com múltiplas pernas.

Procedimento metodológico: Planejamento de articulações e teste de movimento coordenado.

Materiais: Caixa de ovo, palitos de picolé, elásticos, motor pequeno, fita adesiva.

Como construir: Criar corpo central com caixa de ovo, fixar pernas articuladas, acionar motor para movimento.

Aplicação educacional: Engenharia mecânica, planejamento, coordenação motora e raciocínio lógico.

Robô Pega-Bola

Atividade: Construção de robô que coleta objetos pequenos.

Procedimento metodológico: Planejamento funcional, adaptação de mecanismos e teste de coleta.

Materiais: Caixa de papelão, tampas de garrafa como roldanas, motor, pilhas, fios.

Como construir: Adaptar caixa como coletor, instalar roldanas e motor para movimentação de objetos.

Aplicação educacional: Física aplicada, robótica funcional, criatividade e resolução de problemas.

Mini-Drone Experimental

Atividade: Construção de pequeno drone com hélices recicladas.

Procedimento metodológico: Teste de aerodinâmica, controle de motores e ajustes de voo.

Materiais: Embalagens plásticas, motor reciclado, fios, pilhas, fita adesiva.

Como construir: Moldar hélices com plástico, acoplar motor e testar voo experimental.

Aplicação educacional: Física do voo, experimentação, criatividade e princípios de engenharia.

Robô Caminhante com Rolos e Elásticos

Atividade: Construção de robô com pernas articuladas que simulam caminhada.

Procedimento metodológico: Planejamento de articulações e teste de movimento coordenado.

Materiais: Rolos de papel higiênico, elásticos, palitos de picolé, motor pequeno, fita adesiva.

Como construir: Conectar rolos com palitos e elásticos, acionar motor para movimentação das pernas.

Aplicação educacional: Física do movimento, engenharia mecânica, coordenação e pensamento crítico.

Robô Monitor Ambiental

Atividade: Construção de robô que mede temperatura ou umidade.

Procedimento metodológico: Instalação de sensores reaproveitados e interpretação de dados ambientais.

Materiais: Latas ou garrafas PET, sensores reciclados, microcontrolador reaproveitado, fios.

Como construir: Fixar sensores no robô, conectar ao microcontrolador e testar a coleta de dados.

Aplicação educacional: Ciências ambientais, tecnologia aplicada e análise.

Robô Pulante com Garrafas PET

Atividade: Construção de robô capaz de realizar pequenos saltos.

Procedimento metodológico: Planejamento de articulações e mecanismos elásticos; testes de salto.

Materiais: Garrafas PET, elásticos resistentes, palitos de picolé, tampas plásticas, motor pequeno, pilhas.

Como construir: Cortar garrafas PET para formar a estrutura do robô; usar tampas plásticas como base para pés; conectar elásticos nas pernas para criar mecanismo de salto; fixar palitos de picolé como articulações; instalar motor que tensiona o elástico, acionando o salto quando ligado. Testar o movimento e ajustar a tensão do elástico para alcançar saltos estáveis.

Aplicação educacional: Física (energia elástica, movimento), criatividade, coordenação motora e planejamento de protótipo.

Robô Seguidor de Som

Atividade: Robô que se desloca em direção a fontes sonoras.

Procedimento metodológico: Introdução a sensores de áudio, planejamento e teste de resposta a estímulos.

Materiais: Caixa de papelão, sensor de som reaproveitado, motor pequeno, pilhas, fios reciclados, fita adesiva.

Como construir: Montar o chassi do robô com a caixa de papelão; fixar rodas com tampas plásticas ou rolamentos; instalar o sensor de som na frente do robô; conectar sensor ao motor de modo que o motor seja acionado por estímulos sonoros; testar o robô e ajustar sensibilidade do sensor para que ele siga sons de diferentes intensidades.

Aplicação educacional: Física do som, eletrônica básica, programação e raciocínio lógico.

Robô Giratório com Tampas

Atividade: Robô que gira em torno de um eixo central utilizando movimento circular. Procedimento metodológico: Planejamento de eixo e análise de rotação; teste de estabilidade.

Materiais: Tampas plásticas, palitos de picolé, motor reciclado, pilhas, fita adesiva.

Como construir: Unir várias tampas plásticas formando uma base circular; inserir um palito de picolé no centro como eixo; acoplar motor na base ou eixo para gerar rotação; conectar pilhas para alimentar motor; ajustar equilíbrio da estrutura para que gire sem tombar.

Aplicação educacional: Física de rotação, engenharia simples, coordenação motora e observação de movimento circular.

Robô Caracol com Caixa de Papelão

Atividade: Robô que simula movimento lento e contínuo como caracol. Procedimento metodológico: Planejamento do chassi, fixação de rodas e teste de deslocamento.

Materiais: Caixa de papelão, rolos de papel, tampas plásticas, motor pequeno, fios, pilhas.

Como construir: Montar a caixa de papelão como chassi; adaptar rodas de tampas plásticas ou rolos de papel; instalar motor conectando às rodas para movimento lento; fixar estrutura simulando corpo de caracol; testar deslocamento e ajustar velocidade.

Aplicação educacional: Física do movimento, engenharia mecânica, coordenação motora e observação de movimento contínuo.

Robô Pintor Circular

Atividade: Robô que realiza desenhos circulares sobre papel. Procedimento metodológico: Planejamento de percurso e teste de movimento rotacional.

Materiais: Copos plásticos, canetas coloridas, motor de vibrador de celular, fita adesiva, pilhas.

Como construir: Fixar motor vibrador dentro do copo plástico; acoplar caneta à borda do copo de forma que toque o papel; ligar motor para gerar vibração que faz o copo se mover levemente, desenhando padrões circulares; testar e ajustar posição da caneta para qualidade do desenho.

Aplicação educacional: Arte integrada à robótica, física de movimento e criatividade.

Robô Mini Esteira

Atividade: Robô com sistema de esteira para transporte de objetos. Procedimento metodológico: Planejamento funcional e adaptação de materiais para esteira.

Materiais: Papelão, tampas plásticas, correias de borracha, motor reciclado, pilhas, fita adesiva.

Como construir: Montar chassis de papelão; instalar rodas e correias de borracha como esteira; fixar motor conectado à correia; testar o movimento da esteira; ajustar tensão das correias e estabilidade do chassi; posicionar objetos para transporte e verificar eficiência.

Aplicação educacional: Engenharia mecânica, física de atrito, trabalho colaborativo e criatividade.

Robô Pesquisador Ambiental

Atividade: Robô equipado com sensor de luz e temperatura para monitoramento ambiental.

Procedimento metodológico: Planejamento da coleta de dados e análise de sensores. Materiais: Garrafas PET, microcontrolador reaproveitado, sensores de luz e temperatura, fios reciclados.

Como construir: Cortar garrafa PET para criar chassis do robô; fixar sensores na frente do robô; conectar sensores ao microcontrolador; programar o microcontrolador para registrar

leituras; testar sensores em diferentes condições ambientais; ajustar posicionamento e calibração.

Aplicação educacional: Ciências ambientais, tecnologia aplicada, análise de dados e programação básica.

Robô Carregador de Objetos

Atividade: Robô que transporta pequenos objetos de um ponto a outro.

Procedimento metodológico: Planejamento funcional, construção de compartimento para transporte e teste de mobilidade.

Materiais: Caixa de sapato, tampas plásticas, motores reciclados, pilhas, fios, fita adesiva.

Como construir: Montar caixa como chassi; fixar rodas com tampas; criar compartimento para transporte de objetos; instalar motor conectando pilhas; testar movimentação e capacidade de carga; ajustar equilíbrio do robô.

Aplicação educacional: Robótica funcional, física do movimento, trabalho colaborativo e solução de problemas.

Robô Limpa-Papéis

Atividade: Robô que coleta papéis espalhados sobre mesa ou chão.

Procedimento metodológico: Planejamento funcional e teste de movimentação.

Materiais: Caixa de papelão, tampas plásticas para rodas, motor, pilhas, fita adesiva, sucata plástica para coletor.

Como construir: Montar chassi com caixa de papelão; fixar rodas; criar compartimento ou lâmina de sucata plástica para recolher papéis; instalar motor e pilhas; testar movimentação e ajuste do coletor; ajustar largura e altura do compartimento.

Aplicação educacional: Sustentabilidade, engenharia simples, coordenação motora, raciocínio lógico.

Robô Espião com Garrafa PET

Atividade: Robô que pode ser controlado para exploração de pequenos espaços. Procedimento metodológico: Planejamento de controle remoto simples e teste de mobilidade.

Materiais: Garrafa PET, tampas plásticas para rodas, motor reciclado, fios, pilhas, sucata eletrônica para controle.

Como construir: Cortar garrafa PET para formar chassi; fixar rodas e motor; instalar sistema de controle simples com fios reaproveitados; testar movimentação em pequenos espaços; ajustar estabilidade e velocidade do robô.

Aplicação educacional: Engenharia mecânica, eletrônica básica, programação, exploração de ambientes e resolução de problemas.

Robô Transportador com Palitos e Rolos

Atividade: Robô que move objetos utilizando palitos de churrasco e rolos de papelão como mecanismo.

Procedimento metodológico: Planejamento funcional do transporte e teste de mobilidade.

Materiais: Rolos de papel higiênico, palitos de churrasco, motor pequeno, pilhas, fita adesiva.

Como construir: Montar chassis com rolos de papel higiênico colados lateralmente; usar palitos de churrasco para unir rolos e criar articulações; instalar motor conectado às rodas centrais para movimentar o robô; testar transporte de pequenos objetos e ajustar equilíbrio.

Aplicação educacional: Engenharia simples, física do movimento, criatividade e planejamento de protótipos.

Robô Vibração Musical

Atividade: Robô que produz sons variados por vibração.

Procedimento metodológico: Planejamento do movimento vibratório e experimentação sonora.

Materiais: Copos plásticos, tampas metálicas ou plásticas, motor vibrador reaproveitado, pilhas, fita adesiva.

Como construir: Fixar motor vibrador dentro do copo; acoplar tampas metálicas ou plásticas para gerar som; ligar motor e testar padrões sonoros; ajustar posição das tampas e motor para variar o som produzido.

Aplicação educacional: Física do som, criatividade, coordenação motora e experimentação prática.

Robô Minidrone de Papelão

Atividade: Pequeno drone experimental com hélices de papelão.

Procedimento metodológico: Planejamento de voo, adaptação de hélices e teste de estabilidade.

Materiais: Papelão leve, motor reciclado, fios, pilhas, fita adesiva.

Como construir: Moldar hélices com papelão leve; acoplar hélices ao motor; montar chassis de papelão para suporte; conectar motor às pilhas e testar voo experimental; ajustar posicionamento das hélices para estabilidade.

Aplicação educacional: Física de voo, engenharia, criatividade, coordenação motora e experimentação.

Robô Articulado com Caixa de Ovo

Atividade: Robô com várias articulações simulando movimento humano ou animal.

Procedimento metodológico: Planejamento das articulações e teste de movimento coordenado.

Materiais: Caixa de ovo, palitos de churrasco, elásticos, motor pequeno, fita adesiva.

Como construir: Criar corpo central com a caixa de ovo; unir "membros" com palitos e elásticos formando articulações; acoplar motor que movimenta os segmentos; testar coordenação do movimento e ajustar articulações para melhor desempenho.

Aplicação educacional: Engenharia mecânica, física aplicada, coordenação motora, raciocínio lógico e criatividade.

Robô Mini Esteira Transportadora

Atividade: Robô que transporta objetos utilizando mini esteira.

Procedimento metodológico: Planejamento da movimentação e teste de transporte de objetos pequenos.

Materiais: Papelão, tampas plásticas, correias de borracha reaproveitadas, motor, pilhas, fita adesiva.

Como construir: Montar chassis de papelão; instalar rodas e correia de borracha formando esteira; conectar motor às rodas; testar movimentação da esteira e transporte de objetos; ajustar tensão da correia e estabilidade do chassis.

Aplicação educacional: Engenharia mecânica, física de atrito, planejamento, coordenação e trabalho colaborativo.

Robô Sensor de Luminosidade

Atividade: Robô que se desloca em direção a áreas mais iluminadas.

Procedimento metodológico: Instalação de sensor de luz e teste de movimentação.

Materiais: Caixa de papelão, sensor de luz reaproveitado, motor, pilhas, fios.

Como construir: Fixar sensor de luz na frente do robô; conectar sensor ao motor para que ele mova o robô em direção à luz; testar sensibilidade e ajustar posicionamento; testar em diferentes intensidades de luz para garantir resposta adequada.

Aplicação educacional: Física da luz, eletrônica básica, lógica de programação, raciocínio crítico e criatividade.

Robô Braço Simples com Garrafas PET

Atividade: Construção de braço robótico para manipular pequenos objetos.

Procedimento metodológico: Planejamento de articulações e teste de movimentação.

Materiais: Garrafas PET cortadas, palitos de churrasco, elásticos, motor pequeno, fita adesiva.

Como construir: Cortar garrafas para formar segmentos do braço; unir segmentos com palitos e elásticos formando articulações; instalar motor que mova o braço; testar movimentos e ajustar articulações para estabilidade.

Aplicação educacional: Engenharia mecânica, física aplicada, coordenação motora, criatividade e resolução de problemas.

Robô Rastreador de Obstáculos

Atividade: Robô que desvia de obstáculos enquanto se desloca.

Procedimento metodológico: Planejamento do sensor de proximidade e teste de percurso.

Materiais: Caixa de papelão, sensores reaproveitados, motores pequenos, pilhas, fios.

Como construir: Instalar sensores de proximidade na frente do robô; conectar sensores aos motores para que o robô altere trajetória ao detectar obstáculos; testar percurso com obstáculos diversos; ajustar sensibilidade dos sensores para evitar colisões.

Aplicação educacional: Robótica, programação, física do movimento, raciocínio lógico e resolução de problemas.

Robô Espiral Pintor

Atividade: Robô que desenha padrões em espiral sobre papel.

Procedimento metodológico: Planejamento do percurso e teste de movimento rotacional.

Materiais: Copos plásticos, canetas coloridas, motor de vibrador, pilhas, fita adesiva.

Como construir: Fixar motor no copo; acoplar caneta que toque o papel; ligar motor para gerar vibração e deslocamento do copo em espiral; testar padrão e ajustar posição da caneta para desenhos contínuos.

Aplicação educacional: Arte integrada à robótica, criatividade, física de movimento, coordenação motora e experimentação.

Robô Coletor de Garrafas PET

Atividade: Robô que coleta garrafas pequenas espalhadas no chão.

Procedimento metodológico: Planejamento funcional, construção de coletor e teste de movimentação.

Materiais: Caixa de papelão, tampas plásticas, motor, pilhas, sucata plástica para coletor, fita adesiva.

Como construir: Montar chassis com caixa de papelão; fixar rodas com tampas; criar compartimento coletor de garrafas com sucata plástica; instalar motor e pilhas para movimentação; testar eficiência do coletor e ajustar abertura do compartimento.

Aplicação educacional: Sustentabilidade, robótica funcional, engenharia simples, criatividade e trabalho colaborativo.

A construção de robôs com materiais recicláveis favorece a criatividade, pois exige que os alunos encontrem soluções inovadoras para problemas como mobilidade, estabilidade, funcionamento de sensores e mecanismos de interação. O planejamento, a prototipagem e os ajustes constantes durante o processo de construção estimulam o pensamento crítico, a tomada de decisões e a capacidade de adaptação diante de desafios inesperados. Nessas atividades, erros e falhas são percebidos não como obstáculos, mas como oportunidades de aprendizado, consolidando o conceito de aprendizagem baseada em projetos.

O trabalho colaborativo é outro aspecto essencial dessas práticas. Ao construir robôs em grupos, os alunos precisam coordenar tarefas, compartilhar ideias, negociar soluções e integrar diferentes habilidades individuais em um produto coletivo. Essa experiência contribui para o desenvolvimento de competências socioemocionais, como comunicação, empatia, resiliência e responsabilidade compartilhada, habilidades cada vez mais valorizadas no contexto educacional contemporâneo.

O uso de materiais recicláveis também permite a inclusão tecnológica, tornando a robótica acessível a todos, independentemente do poder aquisitivo. Cresswell (2021) ressalta que atividades com recursos limitados incentivam o raciocínio criativo e a capacidade de improvisação, demonstrando que a inovação não depende exclusivamente de equipamentos caros ou sofisticados. Nesse sentido, a reutilização de materiais aproxima a tecnologia do cotidiano dos alunos, tornando o aprendizado mais significativo e conectado à realidade social e ambiental em que vivem.

Bogarim et al. (2015) destacam que essas práticas pedagógicas contribuem para a formação de cidadãos conscientes, críticos e responsáveis, capazes de relacionar teoria e prática de forma ética. Ao perceberem que objetos descartados podem ser transformados em ferramentas educativas e tecnológicas, os alunos passam a compreender a relevância da sustentabilidade e da responsabilidade ambiental em suas ações diárias. Essa compreensão reforça a construção de uma cultura de respeito ao meio ambiente e incentiva comportamentos de reaproveitamento, reciclagem e consumo consciente.

A integração entre tecnologia, sustentabilidade e educação também promove um aprendizado interdisciplinar, pois permite abordar conceitos de física, matemática, ciência, tecnologia, arte e educação ambiental em um único projeto. Por exemplo, calcular trajetórias, medir distâncias, ajustar forças e estudar vibração envolve conceitos físicos, enquanto a programação de sensores e motores mobiliza conhecimentos de tecnologia e lógica. Ao mesmo tempo, o desenho, a estética e o design do robô permitem explorar a criatividade e a expressão artística.

Essas atividades possibilitam a aplicação de metodologias ativas de ensino, em que o aluno é protagonista do seu processo de aprendizagem. Ao planejar, projetar, construir e testar robôs, os estudantes assumem um papel ativo, experimentam hipóteses, resolvem problemas e refletem sobre os resultados de suas ações. Essa abordagem estimula a autonomia, o protagonismo e a responsabilidade pelo próprio aprendizado, alinhando-se às diretrizes de uma educação moderna e inovadora.

O impacto dessas práticas não se limita ao espaço da sala de aula. Projetos de robótica com materiais recicláveis podem ser expandidos para a comunidade, envolvendo famílias, professores e parceiros locais. Atividades como feiras de robótica, exposições e oficinas demonstram como a tecnologia e a sustentabilidade podem ser aplicadas de forma prática e educativa, fortalecendo vínculos comunitários e promovendo a troca de conhecimentos entre diferentes gerações.

Os alunos passam a avaliar alternativas de reutilização e reciclagem, compreendendo a relevância de reduzir resíduos e de pensar em soluções criativas para problemas ambientais. Isso contribui para formar cidadãos mais conscientes e engajados com a sustentabilidade, capazes de atuar de maneira responsável tanto no âmbito pessoal quanto coletivo.

A construção de robôs com materiais recicláveis também permite explorar o conceito de prototipagem rápida, em que ideias são testadas e ajustadas continuamente até atingir um resultado funcional. Esse processo estimula a persistência, a paciência e a capacidade de analisar criticamente os resultados, competências essenciais em qualquer área do conhecimento. Ao lidar com materiais limitados e reaproveitados, os alunos aprendem a otimizar recursos, planejar etapas e organizar o trabalho de forma eficiente.

Por meio da robótica com materiais recicláveis, os alunos aplicam conhecimentos de matemática ao calcular medidas e proporções, de física ao estudar movimento e energia, de tecnologia ao programar sensores, e de artes ao projetar a estética e funcionalidade do robô. Esse caráter multidisciplinar favorece uma visão integrada do conhecimento, aproximando os conteúdos escolares da realidade prática.

A utilização de materiais recicláveis na construção de robôs evidencia que inovação, tecnologia e sustentabilidade podem caminhar lado a lado. Essa prática pedagógica não só forma

cidadãos críticos, criativos e responsáveis, como também demonstra que soluções tecnológicas podem surgir de recursos simples, quando há planejamento, colaboração e reflexão ética. Cresswell (2021) e Bogarim et al. (2015) reforçam que atividades desse tipo contribuem para uma educação mais significativa, prática e conectada com os desafios ambientais e sociais da contemporaneidade, preparando os alunos para atuar de forma consciente e inovadora na sociedade.

2.3. CONSCIENTIZAÇÃO AMBIENTAL

A conscientização ambiental é um dos principais benefícios proporcionados pelo uso de materiais recicláveis na construção de robôs, especialmente quando aplicada no contexto educacional. Ao trabalhar com lixo eletrônico, garrafas PET, tampas plásticas e caixas de papelão, os estudantes são incentivados a observar o ciclo de vida dos materiais e compreender o impacto do descarte inadequado sobre o meio ambiente. Essas atividades tornam tangível a necessidade de reduzir, reutilizar e reciclar, permitindo que conceitos abstratos de sustentabilidade se transformem em experiências práticas e significativas (Quaresma et al., 2021).

A prática de reaproveitar materiais desperta nos alunos a percepção de responsabilidade individual e coletiva sobre o ambiente (Quaresma et al., 2021). Ao construir robôs a partir de resíduos, os estudantes entendem que cada ação, por menor que pareça, contribui para a preservação do planeta. Isso fortalece atitudes de consumo consciente e promove o desenvolvimento de hábitos sustentáveis que extrapolam o espaço da escola, incentivando mudanças de comportamento no dia a dia e na comunidade em que estão inseridos.

A utilização de sucata na robótica também proporciona uma reflexão sobre inovação e criatividade aplicada à sustentabilidade (Quaresma et al., 2021). Os alunos aprendem a transformar materiais descartados em soluções tecnológicas funcionais, desenvolvendo capacidade de improvisação e pensamento crítico para superar limitações de recursos. Esse processo demonstra que a criatividade não depende apenas de equipamentos caros, mas da habilidade de pensar de forma estratégica e inovadora diante de problemas concretos.

O desenvolvimento de habilidades técnicas é diretamente favorecido por essas atividades. Ao planejar, projetar e construir robôs, os estudantes aplicam conceitos de física, matemática, tecnologia e engenharia, experimentando na prática princípios como movimento, força, energia e programação. Mourão et al. (2015) destacam que esse tipo de abordagem ativa fortalece o raciocínio lógico e a capacidade de resolver problemas complexos, pois cada robô exige que os alunos testem hipóteses, ajustem mecanismos e encontrem soluções viáveis com os materiais disponíveis.

O trabalho com robótica reciclável também estimula competências socioemocionais, como comunicação, empatia e trabalho em equipe. Mourão et al. (2015) ressaltam que projetos

coletivos exigem que os estudantes coordenem tarefas, dividam responsabilidades e compartilhem decisões, desenvolvendo competências essenciais para a vida profissional e social. A interação contínua entre membros da equipe promove cooperação, respeito às diferenças e capacidade de negociação, consolidando habilidades interpessoais importantes.

2.4. DESENVOLVIMENTO DE HABILIDADES

O processo de construção de robôs com materiais recicláveis também contribui para o aprendizado ativo e significativo. Ao colocar a mão na massa, os estudantes consolidam conhecimentos teóricos adquiridos em sala de aula e vivenciam experimentações práticas que reforçam a compreensão de conceitos científicos e tecnológicos. Mourão et al. (2015) enfatizam que essa abordagem transforma o aprendizado em uma experiência concreta e envolvente, na qual os alunos tornam-se protagonistas do próprio conhecimento.

A integração entre conscientização ambiental e desenvolvimento de habilidades possibilita que os alunos estabeleçam conexões entre sustentabilidade e inovação tecnológica (Quaresma et al., 2021; Mourão et al., 2015). Eles percebem que é possível resolver problemas ambientais por meio da criatividade e do conhecimento técnico, desenvolvendo projetos que unem funcionalidade, eficiência e responsabilidade ecológica. Essa visão integrada estimula o pensamento crítico e prepara os estudantes para enfrentar desafios contemporâneos de forma consciente e inovadora.

Essas práticas favorecem a interdisciplinaridade, pois combinam áreas distintas como ciência, tecnologia, engenharia, matemática e educação ambiental. Ao projetar e construir robôs recicláveis, os estudantes aplicam conceitos matemáticos para medições e proporções, princípios de física no movimento e energia, além de habilidades de programação e design. Mourão et al. (2015) destacam que essa integração amplia a compreensão do conhecimento, tornando-o mais conectado à realidade e mais relevante para a vida cotidiana.

A combinação de conscientização ambiental e desenvolvimento de habilidades fortalece a formação de cidadãos críticos, responsáveis e criativos. O aprendizado por meio de robótica com materiais recicláveis demonstra que soluções inovadoras podem surgir de recursos simples, quando há planejamento, colaboração e reflexão ética. Nesse sentido, as práticas pedagógicas descritas por Quaresma et al. (2021) e Mourão et al. (2015) oferecem um modelo de educação que une sustentabilidade, tecnologia e desenvolvimento integral do estudante, contribuindo para uma formação cidadã consciente e engajada.

2.5. INCLUSÃO TECNOLÓGICA

A inclusão tecnológica é um aspecto central da robótica sustentável, pois demonstra que a criação de tecnologia não depende exclusivamente de equipamentos caros ou sofisticados. Ao

utilizar materiais recicláveis, sucata eletrônica e objetos do cotidiano, é possível desenvolver robôs funcionais, acessíveis e educativos. Isso permite que estudantes de diferentes contextos sociais tenham contato com tecnologias inovadoras, reduzindo desigualdades no acesso à aprendizagem tecnológica e estimulando o protagonismo do aluno (Ischkanian, Cabral, Braga, Silva e Ischkanian, 2022).

A abordagem de robótica sustentável amplia o conceito de democratização tecnológica, ao mostrar que qualquer ambiente escolar pode se tornar um laboratório criativo (Ischkanian et al., 2022). Mesmo com recursos limitados, alunos podem experimentar, construir e programar robôs, aprendendo conceitos de física, matemática e lógica computacional na prática. Essa perspectiva reforça a ideia de que a inovação tecnológica não está restrita a laboratórios especializados, mas pode surgir de soluções criativas e adaptativas a partir de materiais disponíveis localmente.

A robótica inclusiva também contribui para a equidade no aprendizado, permitindo que alunos com diferentes níveis de conhecimento prévio e habilidades tenham oportunidades iguais de desenvolver competências técnicas e socioemocionais (Ischkanian et al., 2022). Ao trabalhar com materiais recicláveis e kits improvisados, todos os estudantes participam de forma ativa no processo de criação, experimentação e resolução de problemas, o que fortalece a autoestima e o sentimento de pertencimento.

Ao lidar com recursos limitados, os alunos precisam pensar de maneira crítica e estratégica, buscando soluções que garantam funcionalidade e eficiência dos robôs (Ischkanian et al., 2022). Essa prática desenvolve habilidades de resolução de problemas e promove a adaptação a diferentes desafios, mostrando que a tecnologia é um instrumento de transformação acessível a todos.

A robótica sustentável também permite a integração entre diferentes áreas do conhecimento, ao mesmo tempo que garante inclusão. Durante a construção de robôs com materiais recicláveis, conceitos de física, matemática, programação e engenharia são aplicados de maneira prática, tornando o aprendizado mais significativo e interdisciplinar. Isso demonstra que a democratização do acesso à tecnologia contribui não apenas para o ensino técnico, mas também para uma compreensão mais ampla e contextualizada dos conteúdos escolares.

A inclusão tecnológica fortalece a capacidade de colaboração e trabalho em equipe. Ao construir robôs com recursos simples, os alunos são incentivados a compartilhar ideias, dividir tarefas e encontrar soluções coletivas, promovendo habilidades socioemocionais essenciais. Essa interação entre colegas amplia a experiência de aprendizado, tornando o processo mais participativo, democrático e estimulante.

Ao lidar com materiais reaproveitados e restrições de recursos, os estudantes aprendem a analisar problemas de forma sistemática, avaliar alternativas de solução e tomar decisões

fundamentadas. Essa habilidade é essencial não apenas para o contexto acadêmico, mas também para a vida cotidiana e futura atuação profissional.

A robótica inclusiva reforça a noção de que inovação e sustentabilidade caminham juntas. Tornar a tecnologia acessível a todos, independentemente do contexto socioeconômico, demonstra que é possível gerar impacto educativo e ambiental de maneira ética e responsável, fortalecendo uma cultura de aprendizagem colaborativa, prática e consciente.

2.6. INOVAÇÃO E APRENDIZADO PRÁTICO

O aprendizado prático, por sua vez, é intensificado pelo método "mão na massa", no qual os alunos constroem e experimentam protótipos de robôs. Simone Helen Drumond Ischkanian, Gladys Nogueira Cabral, Regina Daucia de Oliveira Braga, Taynan Alécio da Silva e Sandro Garabed Ischkanian destacam que essa abordagem permite a aplicação concreta de conceitos de ciência, física e matemática, tornando o aprendizado mais dinâmico e envolvente. A experimentação prática transforma teorias abstratas em experiências visuais e táteis, aumentando a retenção do conhecimento e facilitando a compreensão de conceitos complexos.

Ao realizar atividades de prototipagem, os estudantes aprendem a planejar, testar e ajustar seus robôs, exercitando habilidades de raciocínio lógico, criatividade e resolução de problemas (Ischkanian et al., 2022). Esse processo iterativo demonstra a importância da tentativa e erro na aprendizagem científica, mostrando que falhas não representam fracasso, mas oportunidades para aprimorar ideias e soluções tecnológicas.

A prática de construir robôs com materiais recicláveis também promove interdisciplinaridade, integrando conteúdos de física, matemática, tecnologia e engenharia de forma prática. Ao calcular trajetórias, medir distâncias, ajustar forças e programar sensores, os alunos aplicam conhecimentos teóricos em situações reais, tornando o aprendizado mais relevante e conectado à vida cotidiana (Ischkanian et al., 2022).

O aprendizado prático incentiva ainda o desenvolvimento da autonomia do estudante (Ischkanian et al., 2022). Ao planejar e construir protótipos, os alunos assumem responsabilidade sobre o próprio processo de aprendizagem, desenvolvendo capacidade de tomada de decisão, autoavaliação e gestão do tempo. Essa autonomia contribui para a formação de cidadãos mais independentes, críticos e proativos.

A construção prática de robôs também fortalece habilidades socioemocionais, como cooperação, comunicação e empatia. Projetos em grupo exigem que os estudantes dialoguem, compartilhem ideias e negociem soluções, promovendo o trabalho colaborativo e o respeito às diferentes perspectivas. Essa vivência prática prepara os alunos para desafios acadêmicos e profissionais futuros (Ischkanian et al., 2022).

Ao testar diferentes materiais, ajustar mecanismos e melhorar protótipos, os alunos desenvolvem perseverança, paciência e capacidade de análise crítica. Esse processo de refinamento constante é fundamental para a compreensão do método científico e do pensamento investigativo.

O método “mão na massa” também permite a contextualização dos conceitos aprendidos, tornando-os mais significativos. Ao ver o efeito direto de suas ações no funcionamento do robô, os estudantes conseguem relacionar teoria e prática, consolidando o conhecimento de forma mais profunda e duradoura .

A integração de aprendizado prático e prototipagem com sustentabilidade demonstra que educação tecnológica e consciência ambiental podem ser ensinadas simultaneamente. Os autores destacam em projetos do Ensino Infantil ao Ensino Médio, projetos que destacam que o processo de criação de robôs a partir de materiais recicláveis reforça o compromisso com a inovação, a criatividade e a responsabilidade socioambiental, tornando o aprendizado uma experiência transformadora e aplicável no cotidiano dos alunos.

Educação Infantil

Título do Projeto: Explorando a Criatividade com Materiais Recicláveis: Aprendendo com o Método “Mão na Massa”

Público-alvo: Crianças de 4 a 6 anos

Duração: 6 semanas, com encontros de 1 hora e 30 minutos, duas vezes por semana

Objetivo Geral: Estimular a criatividade, coordenação motora, percepção espacial e consciência ambiental das crianças por meio da construção de brinquedos e robôs simples utilizando materiais recicláveis, aplicando o método “mão na massa”.

Objetivos Específicos:

- Desenvolver habilidades motoras finas e grosso-motoras.
- Incentivar a criatividade e a imaginação na construção de objetos funcionais.
- Promover a colaboração e o trabalho em equipe.

- Introduzir conceitos básicos de ciência e tecnologia de forma lúdica.
- Fomentar a consciência ambiental, mostrando a importância da reutilização de materiais.

Materiais:

- Garrafas PET de diferentes tamanhos
- Caixas de papelão e papelão ondulado
- Tampas de garrafas
- Rolos de papel higiênico e papel toalha
- Tampinhas de iogurte e potes plásticos pequenos
- Fitas adesivas, cola quente (com supervisão) ou cola escolar
- Tesouras sem ponta
- Canetinhas, tintas e pincéis
- Sucata eletrônica simples (como motores de brinquedo reaproveitados)

Procedimento Metodológico:

1. Apresentação da proposta às crianças, explicando que irão criar brinquedos e robôs com materiais recicláveis, reforçando a ideia de que objetos descartados podem se transformar em coisas novas e divertidas.

2. Exploração dos materiais disponíveis, permitindo que cada criança toque, observe e experimente combinar diferentes peças.

3. Planejamento coletivo das ideias: as crianças desenham ou descrevem o que querem construir, com mediação da professora.

4. Construção dos objetos: usando cola, fita adesiva, tampas, garrafas e caixas, as crianças montam seus brinquedos e robôs simples, aplicando o conceito de tentativa e erro.

5. Teste e adaptação: as crianças testam seus brinquedos, observam como funcionam e fazem ajustes, promovendo o aprendizado prático.

6. Apresentação final: cada grupo ou criança apresenta seu brinquedo ou robô, explicando como foi construído e como funciona.

7. Reflexão coletiva: discussão guiada sobre o que aprenderam, desafios enfrentados e a importância de reaproveitar materiais.

Exemplos de Atividades:

- Robô com garrafas PET e tampas de garrafa como rodas, movido por motor de brinquedo.
- Carrinho de papelão com rolos de papel como eixos e tampas como rodas.
- Criaturas imaginárias feitas de caixas, potes e tampinhas, decoradas com tintas e canetinhas.

• Mini catapulta de papelão que projeta bolinhas leves, trabalhando conceitos básicos de força e movimento.

Aplicação Educacional:

O método "mão na massa" permite que as crianças aprendam conceitos de forma concreta, desenvolvendo habilidades cognitivas, motoras e socioemocionais ao mesmo tempo. Além disso, promove a consciência ambiental e o pensamento criativo, mostrando que é possível transformar materiais simples em objetos funcionais e divertidos.

Avaliação:

A avaliação será contínua e qualitativa, observando:

• Participação e engajamento das crianças nas atividades.

• Capacidade de colaboração e trabalho em grupo.

• Criatividade e originalidade nas construções.

• Compreensão do processo de transformação de materiais recicláveis em novos objetos.

Resultados Esperados:

• Desenvolvimento de habilidades motoras e cognitivas das crianças.

• Maior consciência sobre o reaproveitamento e a sustentabilidade.

• Estímulo à criatividade e ao pensamento crítico.

• Fortalecimento do trabalho em equipe e da autonomia.

Ensino Fundamental do 1º ao 9º ano

Título do Projeto: Robótica Sustentável e Criatividade: Aprendendo com o Método "Mão na Massa"

Público-alvo: Alunos do 1º ao 9º ano do ensino fundamental

Duração: 12 semanas, com encontros de 1 hora e 30 minutos, duas vezes por semana

Objetivo Geral: Desenvolver habilidades técnicas, cognitivas e socioemocionais por meio da construção de robôs e protótipos utilizando materiais recicláveis, promovendo aprendizagem ativa, criatividade e consciência ambiental.

Objetivos Específicos:

- Estimular a criatividade e o pensamento crítico através da construção de protótipos.
- Desenvolver competências em ciência, tecnologia, engenharia e matemática (STEAM).
- Incentivar a colaboração e o trabalho em equipe.
- Promover a consciência ambiental e o reaproveitamento de materiais.
- Tornar o aprendizado mais significativo por meio da experimentação prática e do método "mão na massa".

Materiais:

- Caixas de papelão e papelão ondulado
- Garrafas PET, potes plásticos e tampas de garrafa
- Rolos de papel higiênico e papel toalha
- Sucata eletrônica simples (motores de brinquedo, fios, pilhas e sensores básicos)
- Fitas adesivas, cola quente (com supervisão), cola escolar
- Tesouras, estiletes e cortadores (uso supervisionado)
- Canetas, canetinhas, tintas e pincéis
- Materiais opcionais de decoração (tecidos, papel colorido, botões, etc.)

Procedimento Metodológico:

1. **Apresentação do projeto e sensibilização ambiental:** Introduzir o conceito de robótica sustentável e explicar que materiais recicláveis podem se tornar protótipos tecnológicos. Discutir o impacto ambiental do lixo e a importância da reutilização (Quaresma et al., 2021).

2. **Exploração dos materiais e planejamento:** Cada grupo ou aluno explora os materiais disponíveis, seleciona os que deseja usar e elabora um plano de construção. Professores auxiliam na escolha de materiais adequados e no planejamento do protótipo.

3. **Desenvolvimento das habilidades de construção:** Os alunos começam a montar seus robôs ou protótipos, seguindo o planejamento. O foco é aprender fazendo: cortar, colar, encaixar, montar e adaptar materiais recicláveis.

4. **Programação e funcionalidade (para anos mais avançados):** Para os alunos do 5º ao 9º ano, é possível integrar motores e sensores simples reaproveitados de brinquedos, conectando-os de forma que os robôs realizem movimentos básicos ou sigam linhas.

5. **Testes e ajustes:** Cada grupo testa o funcionamento do protótipo e realiza ajustes necessários. Esse momento reforça a importância da experimentação, do método científico e do aprendizado iterativo (Ischkanian et al., 2022).

6. **Apresentação e compartilhamento:** Os alunos apresentam seus robôs ou protótipos para a turma, explicando como foram construídos, os materiais utilizados e as soluções encontradas para possíveis problemas.

7. **Reflexão e interdisciplinaridade:** Discussão sobre conceitos de física (movimento, força, energia), matemática (medidas, proporções), tecnologia (sensores e motores), além de criatividade e sustentabilidade.

8. **Avaliação:** Avaliação contínua e qualitativa considerando participação, criatividade, capacidade de resolver problemas, trabalho em equipe, aplicação de conceitos e responsabilidade ambiental.

Exemplos de atividades por faixa etária:

- **1º ao 3º ano:** Robôs simples com caixas, tampas de garrafa e palitos de sorvete; carrinhos de papelão com rodas de tampas; animais imaginários que se movimentam com elásticos.
- **4º ao 6º ano:** Robôs seguidores de linha com sensores simples, catapultas de papelão, sistemas de alavanca e roldanas usando materiais recicláveis.
- **7º ao 9º ano:** Robôs movidos a motores de brinquedo reaproveitados, protótipos com sensores que detectam obstáculos, pequenas máquinas para separar objetos recicláveis, integração de programação básica com microcontroladores simples ou kits acessíveis.

Aplicação educacional:

O projeto possibilita que o aprendizado se torne verdadeiramente ativo, pois os alunos deixam de ser meros receptores de informações e passam a protagonizar a construção do conhecimento. Durante a montagem dos protótipos, eles experimentam, testam hipóteses e solucionam problemas concretos, o que promove uma compreensão mais profunda dos conceitos abordados em sala de aula. Essa abordagem interdisciplinar permite integrar diferentes áreas do conhecimento, como ciência, matemática, engenharia e tecnologia, de forma prática, aproximando os conteúdos teóricos da realidade do dia a dia dos estudantes. Além disso, a execução de tarefas manuais e a manipulação de materiais recicláveis despertam habilidades motoras e cognitivas simultaneamente, tornando o processo de aprendizagem mais completo e envolvente.

Ao utilizar materiais recicláveis, o projeto também fortalece a consciência ambiental dos alunos, incentivando-os a refletir sobre a importância do reaproveitamento e da sustentabilidade. A prática de transformar objetos descartados em protótipos funcionais demonstra que soluções inovadoras podem surgir a partir de recursos simples, estimulando a criatividade e o pensamento crítico. Paralelamente, o trabalho em grupo favorece o desenvolvimento de competências socioemocionais, como empatia, comunicação e cooperação, uma vez que os estudantes precisam dialogar, negociar e colaborar para alcançar objetivos comuns.

O projeto não apenas proporciona aprendizado técnico e acadêmico, mas também contribui para a formação de cidadãos conscientes, responsáveis e capazes de aplicar seus conhecimentos de maneira ética e prática na sociedade.

Resultados Esperados:

- Desenvolvimento de competências cognitivas, técnicas e socioemocionais.
- Aumento da consciência ambiental e hábitos de reutilização de materiais.
- Maior engajamento e protagonismo dos alunos no processo de aprendizagem.
- Integração entre criatividade, ciência, tecnologia e sustentabilidade.
- Estímulo ao trabalho em equipe, à autonomia e à resolução de problemas.

Ensino Médio

Título do Projeto: Robótica Sustentável e Inovação: Aprendendo com o Método "Mão na Massa"

Público-alvo: Alunos do 1º ao 3º ano do ensino médio

Duração: 12 semanas, com encontros de 2 horas, duas vezes por semana

Objetivo Geral:

Desenvolver habilidades técnicas, cognitivas e socioemocionais por meio da construção de robôs e protótipos utilizando materiais recicláveis, promovendo aprendizagem prática, criatividade, inovação e consciência ambiental.

Objetivos Específicos:

- Aplicar conceitos de ciência, física, matemática, tecnologia e programação de forma prática.
- Desenvolver criatividade, pensamento crítico e capacidade de resolução de problemas.
- Incentivar a colaboração, liderança e trabalho em equipe.
- Promover a consciência ambiental e o reaproveitamento de materiais.
- Transformar o aprendizado em experiências significativas e interativas por meio do método "mão na massa".

Materiais:

- Garrafas PET, caixas de papelão e papelão ondulado
- Rolos de papel higiênico, potes plásticos e tampas de garrafa

- Sucata eletrônica: motores de brinquedo, fios, sensores simples, pilhas e pequenos microcontroladores (como Arduino ou placas compatíveis)
- Fitas adesivas, cola quente (uso supervisionado), cola escolar
- Ferramentas básicas: tesouras, estiletes, alicates
- Materiais de acabamento e decoração: tintas, canetinhas, tecidos e botões
- Equipamentos para programação: computadores ou tablets, softwares simples de controle de motores e sensores

Procedimento Metodológico:

1. **Sensibilização e pesquisa:** Introduzir o conceito de robótica sustentável e apresentar exemplos de projetos que utilizam materiais recicláveis. Discutir os impactos ambientais do lixo eletrônico e a importância da economia circular (Ischkanian et al., 2022).

2. **Planejamento do projeto:** Cada grupo define o tipo de robô ou protótipo que deseja construir, desenhando esquemas e listando materiais necessários. O planejamento inclui funcionalidades desejadas, como movimentação, sensores de detecção ou tarefas específicas.

3. **Construção dos protótipos:** Os alunos começam a montar os robôs, aplicando conceitos de engenharia, física e matemática. O foco é experimentar, testar diferentes soluções e adaptar materiais de forma criativa.

4. **Programação e integração tecnológica:** Para os alunos mais avançados, os protótipos podem ser equipados com sensores, motores e microcontroladores, permitindo programação básica para controle de movimento, detecção de obstáculos e respostas automatizadas.

5. **Testes, ajustes e prototipagem iterativa:** Cada grupo realiza testes de funcionalidade, identifica problemas e faz ajustes. Esse processo fortalece habilidades de raciocínio lógico, resolução de problemas e experimentação científica (Ischkanian et al., 2022).

6. **Apresentação e documentação:** Os grupos apresentam seus protótipos, explicando o processo de construção, funcionamento, materiais utilizados e os desafios enfrentados. Além disso, produzem relatórios ou vídeos curtos documentando suas etapas de aprendizado.

7. **Reflexão interdisciplinar:** Discussão coletiva sobre os conceitos de física, matemática, tecnologia, engenharia, programação e sustentabilidade aplicados no projeto, fortalecendo a conexão entre teoria e prática.

8. **Avaliação:** Avaliação contínua e qualitativa, considerando: criatividade, aplicação de conceitos científicos e tecnológicos, capacidade de trabalho em equipe, autonomia, resolução de problemas e consciência ambiental.

Exemplos de atividades e protótipos:

- Robô seguidor de linha utilizando sensores simples reaproveitados de brinquedos antigos.

- Robô coletor de lixo ou objetos pequenos, movido a motores reciclados e programado para detectar obstáculos.
- Protótipos de braços mecânicos utilizando roldanas, alavancas e sucata de metal e plástico.
- Robôs com funcionalidades de alerta ou som, controlados por microcontroladores programáveis.
- Mini veículos movidos a energia elástica (elásticos) ou pequenos motores de brinquedo.

Aplicação educacional:

O projeto permite que os alunos do ensino médio desenvolvam habilidades práticas e cognitivas avançadas, aplicando conceitos de STEAM (Ciência, Tecnologia, Engenharia, Artes e Matemática) em situações concretas. O método "mão na massa" promove aprendizagem ativa, resolução de problemas, criatividade e consciência ambiental. Além disso, prepara os estudantes para desafios acadêmicos futuros e para a inserção em ambientes tecnológicos de forma ética e responsável.

Resultados Esperados:

- Desenvolvimento de competências técnicas em robótica e programação.
- Estímulo à criatividade, inovação e pensamento crítico.
- Maior consciência sobre reaproveitamento de materiais e sustentabilidade.
- Fortalecimento do trabalho em equipe, autonomia e liderança.
- Conexão entre teoria e prática em diferentes áreas do conhecimento.

2.7. A ROBÓTICA SUSTENTÁVEL

A robótica sustentável tem se consolidado como uma ferramenta poderosa para integrar tecnologia, criatividade e consciência ambiental, transformando a forma como comunidades e escolas abordam o ensino e a aprendizagem prática. Abbeg (2023) destaca que a robótica com Arduino, potenciômetros e LEDs oferece possibilidades de experimentação e prototipagem que vão além do simples uso de kits comerciais, tornando-se acessível e adaptável a diferentes contextos educativos. Essa abordagem permite que alunos e professores explorem conceitos de física, matemática, programação e eletrônica de maneira aplicada, estimulando a autonomia e o protagonismo no processo de construção do conhecimento.

A robótica sustentável enfatiza a importância do reaproveitamento de materiais descartados, como componentes de lixo eletrônico, garrafas PET e papelão, como forma de reduzir o impacto ambiental. Albuquerque et al. (2019) apontam que a utilização de lixo eletrônico em atividades pedagógicas contribui para o desenvolvimento de competências técnicas e socioemocionais, ao mesmo tempo em que sensibiliza os estudantes para a gestão adequada de

resíduos e a cultura da reciclagem. Essa integração entre educação tecnológica e responsabilidade ambiental reforça valores essenciais para a formação de cidadãos conscientes e críticos.

As iniciativas de robótica sustentável vêm expandindo sua presença em diferentes comunidades, promovendo a democratização do acesso à tecnologia e estimulando a inovação local. Abbeg (2023) enfatiza que a popularização de plataformas abertas, como Arduino, possibilita que estudantes e educadores construam protótipos funcionais com baixo custo, permitindo experimentação prática e personalizada. Essa acessibilidade transforma a robótica em uma ferramenta inclusiva, capaz de aproximar jovens de diferentes contextos socioeconômicos da tecnologia, da ciência e da engenharia.

A robótica sustentável também fortalece habilidades cognitivas e socioemocionais simultaneamente. Albuquerque et al. (2019) ressaltam que projetos baseados na reutilização de materiais e construção de protótipos incentivam o raciocínio lógico, a resolução de problemas, a criatividade e o trabalho em equipe. Ao planejar, testar e ajustar seus robôs, os alunos aprendem a lidar com falhas de maneira construtiva, desenvolvendo resiliência e pensamento crítico. Esse processo de aprendizagem ativa promove engajamento e motivação, tornando o conhecimento mais significativo e duradouro.

Abbeg (2023) observa que atividades envolvendo programação, sensores, motores e circuitos permitem a aplicação de conceitos de física, matemática, química e tecnologia de forma integrada. Por exemplo, calcular trajetórias, medir força e ajustar circuitos são tarefas que conectam teoria e prática, estimulando o aprendizado contextualizado e preparando os alunos para desafios reais. Esse caráter interdisciplinar fortalece a compreensão global dos conteúdos e promove um aprendizado mais completo e conectado ao cotidiano.

A disseminação de práticas de robótica sustentável também contribui para a inclusão tecnológica em escolas e comunidades. Albuquerque et al. (2019) destacam que, ao utilizar materiais recicláveis e componentes reaproveitados, os estudantes percebem que é possível construir soluções tecnológicas sem depender de kits caros ou sofisticados. Essa democratização do acesso à tecnologia amplia oportunidades de aprendizagem, incentiva a criatividade e reduz desigualdades educacionais, tornando a robótica uma ferramenta de transformação social.

A implementação de projetos de robótica sustentável ainda estimula a inovação pedagógica, permitindo que educadores experimentem métodos de ensino mais ativos e participativos. Abbeg (2023) enfatiza que o método “mão na massa” oferece experiências concretas de prototipagem e programação, onde os alunos aprendem a partir da prática, reforçando conceitos teóricos e promovendo aprendizagem significativa. Essa abordagem permite que os estudantes se tornem protagonistas do conhecimento, exercitando autonomia, responsabilidade e pensamento crítico.

Albuquerque et al. (2019) ressaltam que a robótica sustentável pode ser aplicada em soluções práticas para problemas ambientais locais, como coleta de resíduos, separação de materiais recicláveis ou criação de dispositivos de monitoramento ambiental. Esses projetos conectam a aprendizagem ao impacto real na comunidade, fortalecendo o senso de responsabilidade social e ambiental dos estudantes. A experiência prática e o engajamento com problemas reais incentivam a criatividade, a inovação e o desenvolvimento de habilidades empreendedoras e científicas.

A robótica sustentável demonstra que é possível unir educação tecnológica, inovação e sustentabilidade de forma integrada. Abbeg (2023) e Albuquerque et al. (2019) evidenciam que essas práticas promovem inclusão, aprendizado prático, desenvolvimento de habilidades e consciência ambiental, preparando os alunos para se tornarem cidadãos críticos, criativos e responsáveis. Ao transformar materiais descartáveis em tecnologia funcional, o movimento reforça a importância da sustentabilidade e da experimentação, tornando a educação mais dinâmica, significativa e transformadora.

2.8. DO IT YOURSELF, CULTURA MAKER: INOVAÇÃO, SUSTENTABILIDADE E AUTONOMIA NA FABRICAÇÃO DE PRODUTOS.

O conceito de “do it yourself” ou “faça você mesmo” ganhou nova dimensão com o movimento maker, que vai além da simples produção individual e enfatiza a criação colaborativa, a experimentação e a inovação. De Paula, Oliveira e Martins (2019) destacam que a cultura maker promove o desenvolvimento de competências criativas e tecnológicas, permitindo que indivíduos explorem soluções próprias para problemas reais. Nesse contexto, o ato de produzir não se limita a fabricar objetos, mas envolve todo um processo de aprendizagem prática, reflexão crítica e aprimoramento contínuo, integrando saberes diversos de forma significativa.

A cultura maker também tem impactos relevantes na sustentabilidade, uma vez que incentiva o reaproveitamento de materiais e a redução de desperdícios. Segundo De Paula, Oliveira e Martins (2019), a filosofia do “faça você mesmo” pode ser aplicada à criação de produtos e protótipos a partir de materiais recicláveis, promovendo a economia circular e estimulando uma postura consciente diante do consumo. Ao envolver a reutilização de objetos descartados, essa prática não apenas diminui a pressão sobre os recursos naturais, mas também sensibiliza os participantes para a importância da preservação ambiental.

No âmbito educacional, a cultura maker é uma ferramenta poderosa para o ensino tecnológico e científico. De Paula, Oliveira e Martins (2019) afirmam que atividades baseadas no “faça você mesmo” permitem que os estudantes construam conhecimentos de forma ativa, desenvolvendo habilidades como raciocínio lógico, resolução de problemas e pensamento crítico. Projetos de robótica, eletrônica ou programação realizados sob essa perspectiva possibilitam que

os alunos experimentem, testem hipóteses e compreendam os conceitos teóricos de maneira aplicada, tornando o aprendizado mais engajante e significativo.

O movimento maker fortalece a autonomia do indivíduo e das comunidades. De Paula, Oliveira e Martins (2019) destacam que, ao criar produtos ou protótipos, os participantes aprendem a planejar, organizar e tomar decisões de forma independente, desenvolvendo senso de responsabilidade e autoconfiança. Essa experiência de protagonismo favorece o empoderamento dos estudantes e incentiva a capacidade de inovar, habilidades essenciais em um contexto social e profissional cada vez mais dinâmico e tecnológico.

Simone Helen Drumond Ischkanian (2025) afirma que a cultura maker potencializa a aprendizagem ativa ao permitir que os alunos transformem ideias abstratas em protótipos tangíveis de forma criativa e sustentável, estimulando a experimentação, o pensamento crítico e a capacidade de resolver problemas reais. Essa prática permite que os estudantes visualizem os conceitos teóricos de forma concreta, desenvolvam habilidades manuais e técnicas e compreendam a importância de planejar, testar e ajustar soluções de forma iterativa. Promove engajamento, motivação e autonomia, pois cada participante se torna responsável pelo próprio processo de aprendizagem e pelas decisões tomadas durante a construção do protótipo, reforçando a capacidade de análise, adaptação e inovação.

Gladys Nogueira Cabral (2025) destaca que o movimento do it yourself promove autonomia e protagonismo dos estudantes, incentivando-os a assumir responsabilidades, planejar etapas de projetos e tomar decisões estratégicas durante o processo de criação. Ao construir produtos e protótipos, os alunos desenvolvem habilidades de resolução de problemas, raciocínio lógico e criatividade, enquanto aprendem a lidar com falhas de forma construtiva. Esse processo fortalece a confiança, a capacidade de organização e a perseverança, preparando-os para enfrentar desafios acadêmicos, profissionais e pessoais com mais segurança, iniciativa e visão crítica.

Sandro Ischkanian (2025) enfatiza que a reutilização de materiais na fabricação de produtos reforça a consciência ambiental e incentiva práticas sustentáveis, pois os estudantes aprendem a transformar recursos descartados em soluções inovadoras e funcionais. Ao mesmo tempo, eles desenvolvem compreensão sobre o impacto do consumo de recursos naturais, economia circular e gestão de resíduos, incorporando valores socioambientais em sua rotina. Essa abordagem promove criatividade, incentiva a inovação e permite que os estudantes experimentem diferentes soluções, aprendendo a avaliar o custo-benefício, a durabilidade e a funcionalidade dos materiais utilizados.

Wilson Bezerra dos Santos (2025) observa que a cultura maker fomenta a inovação ao estimular a experimentação contínua e a adaptação criativa de recursos limitados, incentivando os estudantes a desenvolverem soluções originais mesmo em contextos com restrições. Essa

prática ensina a importância da tentativa e erro, do ajuste iterativo e da análise crítica dos resultados, consolidando o aprendizado de forma prática e significativa. Além disso, fortalece competências socioemocionais como resiliência, paciência, comunicação e trabalho colaborativo, ao mesmo tempo em que aproxima os conceitos teóricos da realidade concreta vivenciada pelos alunos.

Celine Maria de Sousa Azevedo (2025) ressalta que atividades baseadas no "faça você mesmo" desenvolvem simultaneamente habilidades técnicas, como programação, eletrônica e mecânica, e competências socioemocionais, como cooperação, empatia e autonomia. Os alunos aprendem a planejar projetos, coordenar tarefas em equipe, resolver problemas inesperados e documentar seus processos, construindo uma base sólida para o aprendizado contínuo. Essa abordagem prática também incentiva o pensamento crítico, a experimentação e a criatividade, preparando os estudantes para aplicar conhecimentos em contextos reais e para enfrentar desafios complexos de maneira estruturada e consciente.

Silvana Nascimento de Carvalho (2025) aponta que a prática de construir produtos por meio do DIY promove interdisciplinaridade, integrando conceitos de ciência, matemática, engenharia e tecnologia de forma prática e contextualizada. Os estudantes aprendem a calcular, medir, projetar e programar, aplicando os conceitos teóricos em situações reais de forma concreta e significativa. Além disso, a abordagem incentiva a inovação, a colaboração e o pensamento crítico, permitindo que os alunos experimentem diferentes soluções e compreendam os impactos de suas decisões em termos técnicos, estéticos e ambientais.

Mara Lúcia Nunes de Lima Oliveira (2025) destaca que o movimento maker fortalece a colaboração entre os estudantes, pois projetos coletivos exigem diálogo constante, divisão de tarefas, planejamento estratégico e negociação de soluções. Essa interação favorece o desenvolvimento de habilidades socioemocionais, como empatia, comunicação assertiva e liderança compartilhada. Ao mesmo tempo, promove aprendizado ativo e interdisciplinar, permitindo que os alunos integrem diferentes conhecimentos e perspectivas na construção de protótipos funcionais, desenvolvendo confiança e senso de responsabilidade coletiva.

Neusa Venditte (2025) enfatiza que o DIY contribui para a democratização da tecnologia, mostrando que a inovação não depende de kits caros ou recursos sofisticados, mas sim de criatividade, planejamento e engajamento dos estudantes. Essa abordagem permite que todos, independentemente do contexto socioeconômico, tenham acesso a experiências tecnológicas enriquecedoras. Além disso, promove aprendizado ativo, autonomia e protagonismo, incentivando os alunos a desenvolverem habilidades de resolução de problemas, experimentação, pensamento crítico e aplicação prática de conceitos científicos e tecnológicos.

Rosimery Mendes Rodrigues (2025) observa que a cultura maker incentiva o pensamento crítico e a criatividade, permitindo que os estudantes transformem problemas cotidianos em

soluções concretas e inovadoras. Ao planejar, prototipar e testar ideias, os alunos aprendem a analisar alternativas, avaliar resultados e iterar projetos de forma estruturada. Essa prática fortalece habilidades técnicas, socioemocionais e cognitivas, promovendo aprendizagem significativa e engajamento, ao mesmo tempo em que contribui para formar indivíduos capazes de tomar decisões conscientes, criativas e responsáveis em diferentes contextos.

Idênis Glória Belchior (2025) afirma que a experimentação prática no contexto do DIY desenvolve autonomia e senso de responsabilidade, pois os alunos assumem o controle de suas próprias aprendizagens. Ao planejar, executar e avaliar protótipos, eles exercitam competências como raciocínio lógico, criatividade, comunicação e resolução de problemas. Essa experiência prepara os estudantes para enfrentar desafios acadêmicos e profissionais, desenvolvendo persistência, adaptabilidade e capacidade de tomar decisões fundamentadas em dados e resultados práticos.

Priscilla Nayane Magalhães Ribeiro dos Santos (2025) ressalta que a fabricação de produtos sustentáveis por meio do DIY fortalece a consciência socioambiental, promovendo a compreensão de práticas de economia circular, reaproveitamento de materiais e redução de impactos ambientais. Os estudantes aprendem a valorizar recursos e a aplicar soluções criativas e funcionais em seus projetos. Essa prática incentiva a inovação e permite que os alunos compreendam a importância de suas ações para a sociedade, desenvolvendo habilidades técnicas e socioemocionais que podem ser aplicadas em contextos acadêmicos e profissionais.

Gabriel Nascimento de Carvalho (2025) destaca que o movimento maker permite aplicar conceitos teóricos em situações reais, tornando o aprendizado mais significativo, engajador e prático. Ao experimentar, testar e aperfeiçoar protótipos, os alunos desenvolvem habilidades técnicas, raciocínio lógico, criatividade e pensamento crítico. Essa abordagem também promove a autonomia, a colaboração e a responsabilidade, preparando os estudantes para desafios complexos e capacitando-os a aplicar conhecimentos de forma inovadora e contextualizada, conectando teoria, prática e consciência ambiental.

Conforme De Paula, Oliveira e Martins (2019) apontam, o movimento estimula a troca de ideias, a cooperação em projetos coletivos e a aprendizagem entre pares, criando ambientes educativos mais democráticos e inclusivos. Essa interação não apenas potencializa a criatividade, mas também promove a socialização, a empatia e o desenvolvimento de competências socioemocionais, fundamentais para o sucesso acadêmico e pessoal.

O impacto econômico local também é uma dimensão relevante do movimento maker. De Paula, Oliveira e Martins (2019) ressaltam que a cultura maker pode estimular o empreendedorismo e a produção de bens inovadores em pequenas escalas, gerando oportunidades de negócios e fortalecendo economias comunitárias. Ao incentivar a experimentação e a criação de produtos originais, a prática do "faça você mesmo" contribui para o desenvolvimento de

habilidades profissionais e a formação de indivíduos preparados para atuar de forma criativa e competitiva no mercado de trabalho.

A integração entre criatividade, sustentabilidade e autonomia torna a cultura maker uma abordagem transformadora. De Paula, Oliveira e Martins (2019) enfatizam que, ao unir essas dimensões, é possível desenvolver soluções inovadoras que atendam a necessidades reais, promovam aprendizado significativo e incentivem a responsabilidade socioambiental. O movimento, portanto, não se limita à fabricação de produtos, mas se consolida como uma filosofia educativa capaz de formar cidadãos conscientes, críticos e proativos.

A cultura maker, ao proporcionar experiências práticas e colaborativas, também contribui para a inclusão tecnológica. De Paula, Oliveira e Martins (2019) destacam que essa abordagem democratiza o acesso a ferramentas, materiais e conhecimentos tecnológicos, mostrando que a inovação não depende de recursos financeiros elevados, mas de criatividade, planejamento e engajamento. Essa característica é especialmente importante em contextos educacionais e comunitários com restrição de recursos, pois permite que todos participem de projetos de tecnologia e aprendizagem prática.

O movimento maker fortalece a articulação entre teoria e prática, conhecimento e ação, ao estimular os participantes a transformar ideias em produtos concretos. De Paula, Oliveira e Martins (2019) afirmam que essa metodologia promove aprendizado ativo, responsabilidade social e consciência ambiental, ao mesmo tempo em que fomenta habilidades cognitivas, técnicas e socioemocionais. O "faça você mesmo" se torna, uma estratégia educativa abrangente, capaz de preparar indivíduos para enfrentar desafios contemporâneos com criatividade, autonomia e ética.

2.9. DO IT YOURSELF: NA ESCOLA

O movimento Do It Yourself, ou "faça você mesmo", tem ganhado espaço significativo no contexto escolar, sendo uma ferramenta poderosa para promover aprendizagem ativa, criatividade e inovação. De Paula, Oliveira e Martins (2019) destacam que a cultura maker aplicada nas escolas vai além da simples confecção de objetos, envolvendo processos de experimentação, resolução de problemas e construção de conhecimento de forma prática e colaborativa. Essa abordagem permite que os estudantes desenvolvam autonomia, senso crítico e habilidades técnicas, ao mesmo tempo em que vivenciam o prazer de criar e transformar ideias em soluções concretas.

Na prática escolar, o DIY pode ser aplicado em diversas disciplinas, integrando conteúdos de ciência, matemática, tecnologia, engenharia e artes. De Paula, Oliveira e Martins (2019) apontam que atividades maker estimulam a interdisciplinaridade, pois os alunos precisam planejar, prototipar, testar e ajustar suas criações, mobilizando diferentes competências cognitivas e socioemocionais. Essas práticas incentivam a aprendizagem significativa, pois os estudantes

percebem a relação entre os conceitos estudados em sala e a aplicação prática em projetos concretos.

A robótica sustentável é um exemplo de aplicação do DIY na escola, possibilitando que os alunos construam robôs a partir de materiais recicláveis, como papelão, garrafas PET e componentes de lixo eletrônico. Ischkanian, Cabral, Braga, Silva e Ischkanian (2022) destacam que essa abordagem integra criatividade, tecnologia e responsabilidade socioambiental, promovendo aprendizagem prática e ao mesmo tempo reforçando valores relacionados à sustentabilidade e ao reaproveitamento de recursos.

O método "mão na massa" é central no DIY escolar, pois permite que os estudantes aprendam construindo protótipos funcionais. De Paula, Oliveira e Martins (2019) ressaltam que essa prática contribui para o desenvolvimento de competências como raciocínio lógico, pensamento crítico, colaboração e capacidade de inovação. A experiência de planejamento, execução e ajuste de protótipos fortalece a autonomia dos alunos, além de estimular a curiosidade científica e a capacidade de propor soluções criativas para problemas reais.

A utilização de materiais recicláveis no DIY escolar também fortalece a consciência ambiental dos estudantes. Ischkanian, Cabral, Braga, Silva e Ischkanian (2022) enfatizam que a construção de robôs e dispositivos tecnológicos a partir de sucata eletrônica e materiais reaproveitados promove o entendimento da economia circular, do consumo responsável e do impacto das ações humanas sobre o meio ambiente. Essa vivência prática contribui para formar cidadãos conscientes e engajados em ações sustentáveis.

Além da sustentabilidade, o DIY na escola estimula a inclusão tecnológica, permitindo que alunos de diferentes contextos socioeconômicos tenham acesso a experiências de inovação sem depender de kits caros ou recursos sofisticados. De Paula, Oliveira e Martins (2019) afirmam que essa democratização do acesso à tecnologia fortalece a equidade educacional, possibilitando que todos os estudantes participem de projetos tecnológicos significativos e desenvolvam habilidades essenciais para o século XXI.

O DIY escolar também contribui para a interdisciplinaridade e para o desenvolvimento de projetos de aprendizagem integrada. Ischkanian, Cabral, Braga, Silva e Ischkanian (2022) apontam que, ao calcular trajetórias, ajustar mecanismos ou programar sensores, os alunos aplicam conteúdos de física, matemática, programação e engenharia de forma contextualizada, fortalecendo a compreensão teórica por meio da prática. Esse tipo de aprendizado ativo é altamente motivador e promove engajamento duradouro.

O movimento DIY na escola fortalece a cultura da inovação, incentivando estudantes a experimentar, testar e aprimorar ideias continuamente. De Paula, Oliveira e Martins (2019) ressaltam que essa abordagem educativa transforma a aprendizagem em uma experiência significativa, conectando teoria e prática, promovendo criatividade, autonomia e responsabilidade.

CULTURA MAKER E DESENVOLVIMENTO DE ROBÔS SUSTENTÁVEIS

INTEGRANDO RECICLAGEM E TECNOLOGIA PARA UM FUTURO MAIS VERDE

CULTURA MAKER E DESENVOLVIMENTO DE ROBÔS SUSTENTÁVEIS: INTEGRANDO RECICLAGEM E TECNOLOGIA PARA UM FUTURO MAIS VERDE.

Simone Helen Drumond Ischkanian
Gladys Nogueira Cabral
Sandro Ischkanian
Wilson Bezerra dos Santos
Celine Maria de Sousa Azevedo
Silvana Nascimento de Carvalho
Mara Lúcia Nunes de Lima Oliveira
Neusa Venditte
Rosimery Mendes Rodrigues
Idênis Glória Belchior
Priscilla Nayane Magalhães Ribeiro dos Santos
Gabriel Nascimento de Carvalho

CULTURA MAKER E ROBÓTICA: O ATELIÊ DA ESCOLA VERDE.

Idênis Glória Belchior
Priscilla Nayane Magalhães Ribeiro dos Santos
Gabriel Nascimento de Carvalho

O Ateliê Maker da Escola Verde, que atendia alunos da Educação Infantil ao Ensino Médio, estava borbulhando de ideias, risadas e sons de materiais sendo cortados, dobrados e colados. As crianças mais novas exploravam tampinhas coloridas, pedaços de papelão e garrafas PET, fascinadas com a possibilidade de transformar objetos descartados em novas criações. Para os adolescentes e jovens do Ensino Médio, o desafio era maior: construir protótipos de robôs capazes de realizar pequenas tarefas usando peças recicladas e sensores simples, colocando em prática conceitos de física, matemática e programação. A diversidade de idades e habilidades tornava o ambiente rico em troca de experiências e criatividade compartilhada.

A Professora Dalva, com sua voz firme e entusiasmada, bateu palmas para chamar a atenção de todos. “Lembrem-se, o desafio deste ano é o ‘Robô Verde’! Vamos projetar diversos trabalhos com cultura maker e sustentabilidade.” A frase despertou nos alunos uma energia única, pois todos sabiam que não se tratava apenas de um projeto escolar, mas de uma oportunidade para refletir sobre responsabilidade ambiental e aplicar conhecimentos de maneira prática. O espaço do ateliê se transformou em um verdadeiro laboratório de ideias, onde cada canto exibia pedaços de criatividade prestes a ganhar forma.

Enquanto alguns estudantes reuniam tampas de garrafa e restos de papelão, outros analisavam circuitos de brinquedos antigos e motores recicláveis, tentando descobrir como poderiam integrá-los em seus protótipos. A professora circulava entre as mesas, orientando, sugerindo e provocando o pensamento crítico dos alunos. “Como podemos fazer este robô se mover sem gastar muita energia?” ou “Que materiais reaproveitados poderiam substituir componentes eletrônicos caros?” eram perguntas recorrentes que guiavam a experimentação. A ideia de economia circular e reaproveitamento tornava-se mais concreta a cada tentativa.

No grupo da Educação Infantil, as crianças aprendiam brincando. Construíam pequenos carrinhos de papelão com tampinhas como rodas, fixando-as com palitos e fitas adesivas. Cada teste era motivo de alegria e aprendizado, pois observar o carrinho deslizar pelo chão mostrava na prática conceitos de atrito, força e movimento. Dalva incentivava a exploração sensorial e o pensamento criativo, lembrando que não havia respostas certas ou erradas, apenas caminhos para descobrir soluções inovadoras. A autonomia das crianças se manifestava na escolha das cores, na forma de montar as peças e na maneira de testar os resultados.

No Ensino Fundamental, os desafios eram mais complexos. Alunos planejavam robôs seguidores de linha utilizando sensores simples e motores reciclados. O planejamento envolvia rascunhar o chassi em papelão, testar diferentes disposições de rodas e motores, e ajustar os sensores para que os robôs seguissem trajetórias delimitadas. Cada tentativa exigia paciência, colaboração e raciocínio lógico. Erros eram encarados como oportunidades de aprendizado, fortalecendo a resiliência e a capacidade de analisar o que poderia ser melhorado em cada projeto.

Os alunos do Ensino Médio mergulhavam em protótipos mais avançados, incorporando programação básica e sensores de luz ou ultrassônicos para criar robôs que podiam se desviar de obstáculos ou coletar pequenos objetos. O uso de materiais recicláveis estimulava a criatividade: garrafas PET transformavam-se em chassi, tampas viravam engrenagens improvisadas e sucata eletrônica reaproveitada permitia motorizações simples. Nesse processo, conceitos teóricos de física, matemática e eletrônica eram aplicados na prática, promovendo aprendizado significativo e interdisciplinar.

O ateliê se tornou também um espaço de colaboração entre diferentes faixas etárias. Crianças e adolescentes trocavam ideias, ensinavam técnicas e aprendiam uns com os outros. A

interação entre os grupos mostrava que o aprendizado podia ser coletivo, em que cada indivíduo contribuía com habilidades únicas. Essa dinâmica fortalecia competências socioemocionais, como empatia, comunicação e cooperação, além de consolidar a sensação de pertencimento a uma comunidade criativa e sustentável.

O conceito de sustentabilidade estava presente em cada decisão do processo. Dalva incentivava os alunos a refletirem sobre o impacto ambiental das suas escolhas: “De que maneira este robô pode ser construído usando o mínimo de recursos? Como podemos reaproveitar materiais que iriam para o lixo?” Essas perguntas transformavam a experiência em aprendizado socioambiental, tornando cada protótipo uma oportunidade de conscientização e de estímulo à responsabilidade ecológica.

Os desafios criativos do projeto estimulavam a inovação. Alguns grupos desenvolveram robôs que realizavam tarefas simples de separação de resíduos, simulando a coleta seletiva. Outros criaram dispositivos que poderiam servir como carrinhos de transporte de materiais leves dentro da escola, incentivando soluções práticas e funcionais. A experimentação constante permitia que os alunos identificassem falhas, ajustassem mecanismos e testassem novamente, compreendendo que o processo de inovação envolve tentativa, erro e melhoria contínua.

Além da robótica, atividades paralelas estimulavam a imaginação e a interdisciplinaridade. Oficinas de desenho, construção de maquetes e protótipos artísticos integravam conceitos de design, estética e engenharia. Alunos exploravam cores, formas e estruturas, aplicando o aprendizado de física e geometria na prática. Essa abordagem integradora tornava o aprendizado mais significativo, pois unia criatividade, tecnologia e sustentabilidade em um contexto concreto e motivador.

A documentação do processo também foi um ponto central. Cada grupo registrava o planejamento, as etapas de construção, dificuldades encontradas e soluções adotadas. Esse registro permitiu que os alunos refletissem sobre sua própria aprendizagem, analisassem alternativas e compartilhassem experiências com os colegas. Dalva destacava que a reflexão sobre o processo era tão importante quanto o resultado final, pois fortalecia habilidades de metacognição, análise crítica e autonomia intelectual.

A apresentação dos projetos, ao final do ciclo, transformou-se em uma celebração da criatividade e da inovação. Pais, professores e estudantes de diferentes anos puderam observar os protótipos, experimentar os robôs e entender o impacto das soluções criadas. Essa vivência reforçou a ideia de que a cultura maker e a robótica sustentável são capazes de integrar educação, tecnologia e responsabilidade socioambiental de maneira prática e inspiradora.

Os alunos aprenderam que o sucesso não está apenas no funcionamento perfeito do robô, mas na capacidade de pensar, testar, colaborar e propor soluções inovadoras. Cada erro era um passo para a descoberta, cada ajuste era uma oportunidade de aprimoramento. O processo de

construção e prototipagem desenvolveu não só habilidades técnicas, mas também competências socioemocionais essenciais para o desenvolvimento integral, como paciência, resiliência, comunicação e empatia.

O Ateliê Maker consolidou-se como um ambiente de aprendizagem ativo e inclusivo, capaz de engajar crianças e adolescentes em experiências interdisciplinares, promovendo aprendizado significativo e autonomia. Nesse espaço, os estudantes tiveram a oportunidade de explorar conceitos de ciência, tecnologia, engenharia, artes e matemática de forma prática, conectando teoria e prática. Cada projeto desenvolvido estimulava a criatividade e incentivava os alunos a pensar criticamente sobre como resolver problemas reais, ao mesmo tempo em que aprendiam a trabalhar em equipe, respeitar diferentes ideias e compartilhar responsabilidades. A diversidade de materiais recicláveis disponíveis, como papelão, garrafas PET, tampas plásticas e sucata eletrônica, permitiu que cada aluno encontrasse soluções originais e inovadoras, tornando o aprendizado único e adaptado às habilidades individuais.

Ao combinar cultura maker, robótica sustentável e consciência ambiental, a escola se tornou um verdadeiro laboratório de inovação e sustentabilidade. As atividades incentivaram não apenas a construção de robôs, mas também a reflexão sobre o impacto das ações humanas no meio ambiente. Os estudantes aprenderam a valorizar recursos, a reduzir desperdícios e a entender a importância da economia circular, incorporando princípios de responsabilidade ambiental em cada etapa de seus projetos. Essa integração entre educação tecnológica e sustentabilidade transformou o ambiente escolar em um espaço de experimentação contínua, onde o aprendizado se dava de maneira dinâmica, prática e envolvente.

O projeto “Robô Verde” demonstrou claramente que a aplicação de metodologias práticas e colaborativas pode transformar o ensino em experiências significativas e motivadoras. Ao construir robôs a partir de materiais recicláveis, os estudantes puderam aplicar conceitos de física, matemática e programação, desenvolvendo simultaneamente habilidades técnicas e socioemocionais. A cada protótipo testado, os alunos aprendiam a planejar, ajustar e resolver problemas, compreendendo que erros fazem parte do processo de aprendizagem e são oportunidades para aprimorar soluções criativas. A experiência prática contribuiu para fortalecer competências como raciocínio lógico, criatividade, comunicação, empatia e liderança.

Os benefícios do Ateliê Maker vão além da aquisição de habilidades técnicas e acadêmicas. Os estudantes desenvolveram uma consciência mais profunda sobre a importância do trabalho colaborativo e da cidadania responsável. Cada desafio proposto estimulava a reflexão sobre como as tecnologias podem ser usadas de maneira ética e sustentável, incentivando os alunos a se tornarem agentes de transformação em suas comunidades.

SIBELE E O ROBÔ VERDE.

Mara Lúcia Nunes de Lima Oliveira
Neusa Venditte

No canto do Ateliê Maker, Sibele ajustava cuidadosamente um pequeno motor retirado de um brinquedo velho que ela havia encontrado no depósito de materiais recicláveis da escola. Seus olhos brilhavam de concentração enquanto examinava cada fio, cada conexão, imaginando a melhor forma de integrar aquele componente ao seu protótipo do Robô Verde. Para ela, cada detalhe contava, e a perfeição era uma meta pessoal que se misturava com o entusiasmo pelo desafio da sustentabilidade.

Ela amava a lógica, o código e a precisão. Cada instrução que programava era uma peça de um quebra-cabeça que precisava se encaixar perfeitamente. Sibele sabia que a robótica não era apenas sobre montar peças, mas sobre compreender relações de causa e efeito, aplicar conceitos de física e matemática e pensar estrategicamente sobre como seu robô poderia se mover de forma eficiente.

O objetivo de Sibele era claro: o Robô Verde precisava ser o mais rápido e eficiente possível. Ela estudava os caminhos, testava diferentes disposições de motores e sensores, e ajustava a programação para otimizar o desempenho. A cada teste, anotava observações e fazia alterações, repetindo o processo até alcançar resultados satisfatórios. Esse método iterativo demonstrava seu compromisso com a aprendizagem prática e com a experimentação constante.

"Com um bom algoritmo escrito nas aulas de matemática do professor Sandro, o robô pode fazer qualquer coisa, desde que a estrutura aguente," murmurou para si mesma. A programação se tornava para Sibele uma forma de expressão e criatividade, unindo lógica e experimentação, enquanto ela observava o robô começar a se mover sob sua orientação cuidadosa.

Ela ligou um pequeno LED na estrutura do robô, não apenas para testar a funcionalidade elétrica, mas também para destacar sua criação dentro do Ateliê Verde. A luz piscante parecia um símbolo de suas ideias tomando forma, de sua dedicação transformando materiais recicláveis em tecnologia funcional. Cada brilho do LED representava progresso, aprendizado e a possibilidade de inovação.

Enquanto isso, ao redor, outros estudantes se movimentavam, experimentando diferentes materiais e ideias. O ambiente era um verdadeiro laboratório de criatividade, onde garrafas PET, tampas plásticas e restos de papelão se transformavam em protótipos, engenhocas e robôs de diversas formas. A interação entre alunos de diferentes idades promovia aprendizado colaborativo e troca de experiências, fortalecendo o senso de comunidade e trabalho em equipe.

A professora Dalva circulava entre os grupos, observando o progresso e oferecendo orientação quando necessário. Para ela, o importante não era apenas o produto final, mas o processo de aprendizagem, a capacidade de planejar, testar, errar e tentar novamente. Cada desafio enfrentado pelos estudantes era uma oportunidade para desenvolver habilidades cognitivas, socioemocionais e criativas.

Sibele, concentrada em seu robô, começou a calcular mentalmente a trajetória que ele deveria seguir. Ajustava a posição do motor e alinhava os fios de conexão com extrema precisão, lembrando-se das instruções do professor sobre circuitos e corrente elétrica. Cada movimento era pensado para garantir que o robô não apenas funcionasse, mas operasse com máxima eficiência.

A experimentação prática também permitia que os alunos aplicassem conceitos de física, como atrito, força e equilíbrio. Sibele observava atentamente como o robô reagia a diferentes superfícies do Ateliê, testando ajustes no chassi de papelão e nas rodas improvisadas com tampas

de garrafa. Cada teste era um aprendizado concreto, transformando teorias abstratas em experiências visuais e táteis.

Ao mesmo tempo, a consciência ambiental estava presente em todas as etapas do projeto. Sibele refletia sobre a importância de reaproveitar materiais, evitando o desperdício e promovendo sustentabilidade.

O motor reciclado que utilizava era um exemplo de como objetos descartados podiam ganhar nova função, contribuindo para o desenvolvimento de soluções tecnológicas mais conscientes e responsáveis.

A colaboração também se destacava no Ateliê Maker. Sibele compartilhava ideias com colegas de outras turmas, discutindo diferentes formas de programar o robô e otimizar seu desempenho. As conversas estimulavam a troca de conhecimento e promoviam empatia, comunicação e trabalho em equipe, habilidades essenciais para o aprendizado interdisciplinar e para a vida em sociedade.

Em meio a cortes de papelão, fios e LEDs piscando, Sibele aprendeu a lidar com frustrações e a valorizar o processo de tentativa e erro. Cada falha no funcionamento do robô era encarada como oportunidade de aprimoramento, reforçando a resiliência e a capacidade de buscar soluções criativas diante de desafios inesperados.

A autonomia se fortalecia a cada decisão tomada. Sibele escolhia os materiais, decidia a melhor disposição do motor e programava os comandos do robô, assumindo responsabilidade sobre seu próprio aprendizado. Essa independência fomentava o protagonismo estudantil e estimulava a confiança na própria capacidade de transformar ideias em resultados concretos.

A estética do robô também fazia parte do aprendizado. O LED aceso e a disposição harmoniosa dos componentes tornavam o protótipo não apenas funcional, mas visualmente interessante. Sibele percebeu que, além da tecnologia, design e criatividade eram fundamentais para comunicar ideias e valorizar o produto final, promovendo integração entre ciência, tecnologia e artes.

Ao final do dia, Sibele observava o robô se movimentando pelo Ateliê com precisão, iluminado pelo pequeno LED. Ela sentia orgulho não apenas do protótipo, mas de todo o processo de aprendizado, da reflexão sobre sustentabilidade e da capacidade de trabalhar de forma colaborativa e criativa. Cada conquista reforçava o potencial transformador da cultura maker e da robótica sustentável na educação.

O Ateliê Maker, se consolidava como um espaço de inovação, aprendizado prático e consciência ambiental. Sibele e seus colegas experimentavam de forma concreta que a integração entre tecnologia, criatividade e sustentabilidade é capaz de formar cidadãos conscientes, críticos e preparados para atuar de maneira responsável e inovadora no mundo contemporâneo.

O ROBÔ VERDE TOTALMENTE CONSTRUÍDO POR MATERIAIS RECICLÁVEIS.

Wilson Bezerra dos Santos
Celine Maria de Sousa Azevedo

Do outro lado da mesa, Gabriel separava cuidadosamente tampinhas de garrafa por cor e tamanho. Cada detalhe era importante para ele, pois acreditava que a estética e a organização dos materiais poderiam influenciar diretamente a eficiência do Robô Verde. Ele observava atentamente as cores, comparava os tamanhos e imaginava como cada peça poderia se encaixar no protótipo final, transformando o que seria lixo em elementos funcionais e criativos.

Ele acreditava que a verdadeira mágica estava em dar uma segunda vida às coisas. Para Gabriel, cada tampinha, garrafa PET ou pedaço de papelão carregava potencial, e o desafio era descobrir como utilizá-los de forma inovadora. Essa visão não apenas estimulava sua criatividade, mas também reforçava a importância da sustentabilidade e do consumo consciente, mostrando que soluções tecnológicas podem nascer de recursos simples e reaproveitados.

"O Robô Verde tem que ser totalmente construído por materiais recicláveis," ele repetia com convicção, enquanto organizava uma pilha de tampinhas azuis e verdes. Gabriel compreendia que a missão do projeto ia além da robótica; tratava-se de educação ambiental, de conscientização e de mostrar à comunidade escolar que cada ação pode gerar impacto positivo no meio ambiente.

O projeto também estimulava habilidades práticas e cognitivas. Gabriel precisava planejar a estrutura do robô, decidir quais materiais seriam utilizados como chassi, rodas e engrenagens, e organizar a distribuição do peso e do movimento. Cada decisão envolvia análise crítica, raciocínio lógico e planejamento estratégico, habilidades que seriam úteis não apenas no Ateliê Maker, mas em diversas situações da vida acadêmica e pessoal.

Enquanto trabalhava, ele refletia sobre o impacto das ações humanas no planeta. A ideia de que os recursos naturais são limitados e que o lixo pode se tornar fonte de aprendizado transformava sua percepção sobre consumo e responsabilidade ambiental. Gabriel sentia que cada tampinha aproveitada e cada garrafa reciclada eram pequenas contribuições para um mundo mais sustentável e consciente.

A colaboração era outro aspecto central do trabalho de Gabriel. Ele discutia ideias com colegas, compartilhava estratégias de construção e aprendia técnicas novas que nem sempre conhecia. Essa troca constante fortalecia habilidades socioemocionais como comunicação, empatia e cooperação, ao mesmo tempo em que gerava soluções mais criativas e funcionais para o robô.

O ambiente do Ateliê Maker favorecia a interdisciplinaridade. Gabriel aplicava conceitos de física, como atrito e equilíbrio, para calcular a movimentação do robô. Ele também utilizava noções de matemática para medir distâncias, alinhar rodas e determinar proporções ideais do chassi. A integração entre conhecimento teórico e prática permitia que ele compreendesse de maneira mais profunda os princípios científicos e tecnológicos envolvidos no projeto.

A programação básica era um desafio que Gabriel abraçava com entusiasmo. Ele testava pequenos algoritmos para controlar motores e sensores, observando atentamente o comportamento do robô e ajustando códigos conforme necessário. A experiência prática de programação transformava conceitos abstratos em resultados visíveis e tangíveis, reforçando o aprendizado e estimulando a persistência diante de problemas complexos.

O uso de materiais recicláveis estimulava a criatividade de maneiras inesperadas. Gabriel descobria que tampinhas poderiam servir como engrenagens improvisadas, pedaços de papelão poderiam estruturar suportes e garrafas PET poderiam se transformar em rodas ou chassi. A

percepção de que qualquer objeto descartado poderia ter nova função ampliava sua visão de inovação e soluções sustentáveis, mostrando que a criatividade não depende de recursos caros.

A autonomia de Gabriel se fortalecia a cada decisão tomada. Ele escolhia materiais, definia formas de montagem, ajustava a programação e testava protótipos sem depender exclusivamente de instruções da professora. Essa liberdade de ação promovia protagonismo estudantil e consolidava a confiança em sua capacidade de transformar ideias em soluções concretas.

O aprendizado não se limitava às habilidades técnicas. Gabriel desenvolvia competências socioemocionais importantes, como paciência, resiliência e capacidade de adaptação. Cada tentativa e erro era encarada como oportunidade de aprendizado, reforçando a importância de perseverar e de ajustar estratégias diante de dificuldades.

A reflexão sobre sustentabilidade permeava cada etapa do projeto. Gabriel considerava não apenas o funcionamento do robô, mas também a origem dos materiais utilizados e a possibilidade de reaproveitar recursos em outros projetos. Essa consciência ambiental se tornava um valor central, estimulando-o a pensar em soluções que minimizassem impacto ecológico e incentivassem hábitos mais responsáveis.

O processo de construção também favorecia o aprendizado colaborativo. Gabriel ensinava técnicas que dominava e aprendia com colegas que tinham habilidades diferentes das suas, como programação avançada, modelagem de peças ou estratégias de teste. A interação constante promovia troca de conhecimento, fortalecendo a comunidade de aprendizado e estimulando a criatividade coletiva.

Ao observar o protótipo em movimento, Gabriel sentia orgulho não apenas pelo resultado funcional, mas pelo processo envolvido. Cada teste, ajuste e decisão tomada refletia dedicação, aprendizado e responsabilidade ambiental. Ele compreendia que a experiência no Ateliê Maker ia muito além da robótica: tratava-se de formar cidadãos críticos, conscientes e capazes de agir de maneira inovadora e sustentável.

O Ateliê Maker transformava-se, assim, em um espaço de experimentação e descoberta, onde tecnologia, criatividade e sustentabilidade convergiam de forma prática. Gabriel, com seu Robô Verde, representava a possibilidade de unir conhecimento, habilidades e valores em um projeto concreto que impactava positivamente a aprendizagem e a percepção ambiental de todos os envolvidos.

Ao final do dia, Gabriel sentiu que cada esforço tinha valido a pena. O Robô Verde não era apenas uma construção de papelão, tampinhas e motores reaproveitados; era um símbolo de aprendizado ativo, interdisciplinar e sustentável, mostrando que a educação prática e inovadora pode formar estudantes conscientes, críticos e preparados para transformar sua realidade de maneira ética e criativa.

A CULTURA MAKER E A ROBÓTICA SUSTENTÁVEL VÃO MUITO ALÉM DE ENSINAR CIÊNCIA E TECNOLOGIA.

Sandro Garabed Ischkanian

Se a sua estrutura cair, de que adianta o código?" perguntou Gabriel, balançando com cuidado um chassi de papelão robusto que havia construído para o Robô Verde. Seus olhos refletiam a preocupação com cada detalhe estrutural, pois ele sabia que a programação por si só não garantia o sucesso do protótipo. Para ele, a engenharia e a resistência física do robô eram tão importantes quanto os algoritmos que controlavam seus movimentos.

"E se ele não conseguir nem andar direito? Um robô lento não é eficiente, Gabriel," respondeu Sibele, cruzando os braços e observando seu próprio protótipo. Ela acreditava que o desempenho deveria ser prioridade, que a velocidade e a funcionalidade prática do robô eram essenciais para alcançar o sucesso no desafio.

As diferentes perspectivas dos dois alunos mostravam que a construção de robôs envolvia tanto lógica quanto criatividade, planejamento e priorização de objetivos.

Apesar das divergências, Gabriel e Sibele compreendiam que o propósito maior da Escola Verde ia além de conquistas individuais. O foco do projeto Robô Verde era coletivo: desenvolver cidadãos conscientes, críticos e capazes de aplicar a tecnologia de maneira sustentável e ética. Cada protótipo não era apenas uma máquina, mas uma ferramenta de aprendizado e reflexão sobre como a ciência e a inovação podem impactar a sociedade.

No Ateliê Maker, os colegas observavam as discussões entre os dois estudantes e aprendiam com o contraste de ideias. Alguns alunos se inspiravam na atenção aos detalhes de Gabriel, enquanto outros se identificavam com a visão prática e estratégica de Sibele. O ambiente promovia a troca de experiências, o diálogo crítico e a valorização das diferentes abordagens, mostrando que múltiplas soluções podem coexistir e enriquecer o processo de aprendizagem.

Gabriel começou a explicar a Sibele a importância de um chassi sólido: "Se a base não suportar o peso dos motores e sensores, nada do que programamos vai funcionar. Precisamos garantir que cada peça esteja bem fixada e que o equilíbrio seja perfeito." Ele utilizava exemplos de experiências anteriores para demonstrar como pequenas falhas estruturais podiam comprometer todo o projeto, evidenciando a necessidade de planejamento e precisão.

Sibele, por sua vez, reforçava a perspectiva de otimização: "Eu sei que a estrutura é importante, mas se ele for lento, não vai conseguir cumprir nenhuma tarefa corretamente. Precisamos equilibrar resistência e desempenho." Essa conversa demonstrava como a construção de robôs no Ateliê Maker envolvia constantes tomadas de decisão, avaliação de prioridades e entendimento de trade-offs entre diferentes elementos do projeto.

Enquanto discutiam, ambos começaram a perceber que suas ideias poderiam se complementar. Gabriel sugeriu reforçar o chassi com camadas adicionais de papelão e fixações estratégicas, enquanto Sibele propôs testar diferentes combinações de rodas e motores para aumentar a velocidade sem comprometer a estabilidade. Essa colaboração espontânea marcou o início de uma integração de conhecimento técnico e criatividade prática.

Os alunos do Ensino Médio observavam o processo, aprendendo que a construção de robôs não era apenas montagem de peças, mas um exercício de planejamento, paciência e resolução de problemas. Cada teste, cada ajuste e cada discussão contribuíam para desenvolver habilidades cognitivas, socioemocionais e técnicas, consolidando o aprendizado de maneira prática e significativa.

No canto do Ateliê, outros grupos começaram a aplicar a mesma lógica de integração. Estudantes da Educação Infantil e Fundamental exploravam formas de fortalecer seus protótipos, inspirando-se na dedicação e nos debates de Gabriel e Sibele. O espaço tornou-se um ambiente de aprendizado colaborativo, onde a observação, a troca de experiências e a criatividade eram estimuladas constantemente.

Gabriel e Sibele, percebendo a importância do diálogo, decidiram documentar suas decisões e experimentos. Eles anotaram cada ajuste no chassi, cada teste de velocidade e cada mudança no código, criando um registro detalhado que poderia ser compartilhado com os colegas. Esse hábito de registro fortalecia habilidades de metacognição, reflexão crítica e planejamento, essenciais para o desenvolvimento de projetos complexos.

O conceito de sustentabilidade permeava todas as decisões. Cada peça de papelão reaproveitada, cada motor reutilizado e cada tampinha de garrafa escolhida representavam uma ação consciente em direção à economia circular. A consciência ambiental deixava de ser apenas um conceito teórico para se tornar prática e aplicada, incentivando os alunos a pensarem no impacto de suas escolhas tecnológicas sobre o meio ambiente.

Ao testar o protótipo ajustado, Gabriel observou que o robô se movimentava com maior estabilidade, enquanto Sibele percebeu que a velocidade melhorou significativamente. Eles entenderam que a combinação de resistência estrutural e otimização do desempenho criava soluções mais completas, evidenciando a importância da integração entre diferentes perspectivas e habilidades no processo de construção.

O ambiente do Ateliê Maker favorecia a experimentação contínua. Cada ajuste era uma oportunidade de aprendizado, cada erro uma chance de desenvolver resiliência e pensamento crítico. Gabriel e Sibele aprenderam a valorizar o processo tanto quanto o resultado, compreendendo que a construção de robôs era também uma forma de educar para a vida, para a responsabilidade e para a colaboração.

A interação entre alunos de diferentes idades fortalecia competências socioemocionais. Os mais novos observavam, perguntavam e aprendiam com os mais experientes, enquanto estes reforçavam sua própria aprendizagem ao ensinar e explicar decisões de projeto. O Ateliê Maker se transformava em uma comunidade de prática, onde o aprendizado era coletivo e integrado, e cada desafio resolvido beneficiava o grupo inteiro.

No final do dia, Gabriel e Sibele sentiram um misto de orgulho e satisfação. O Robô Verde estava funcionando de maneira equilibrada e eficiente, mas o maior aprendizado não estava apenas no protótipo final, e sim na colaboração, na experimentação e na reflexão que cada etapa do projeto proporcionou. Eles compreenderam que, quando diferentes habilidades e perspectivas se unem, os resultados vão além do esperado.

A experiência com o Robô Verde evidenciou que a cultura maker e a robótica sustentável proporcionam muito mais do que o domínio de conceitos técnicos e científicos. Ao envolver os estudantes em processos de criação prática, planejamento de protótipos e resolução de problemas, essas metodologias permitem que o aprendizado se torne significativo e conectado à realidade, despertando a curiosidade, a iniciativa e a capacidade de experimentar sem medo de errar.

A prática do "faça você mesmo" aliada à reutilização de materiais recicláveis reforça a consciência ambiental, mostrando que cada ação individual pode gerar impacto positivo no meio ambiente. Os alunos compreendem que a inovação tecnológica não precisa ser sinônimo de consumo excessivo ou desperdício, mas pode ser uma ferramenta para promover sustentabilidade, economia circular e responsabilidade social.

O Robô Verde também estimulou o desenvolvimento de habilidades socioemocionais, como empatia e colaboração. Ao trabalhar em equipe, os estudantes aprenderam a valorizar diferentes perspectivas, a negociar ideias e a cooperar para alcançar objetivos comuns. Essa vivência prática fortaleceu a capacidade de comunicação, a tolerância à frustração e a construção de relações saudáveis, preparando-os para lidar com desafios futuros de maneira ética e consciente.

A experiência evidenciou, ainda, a importância da interdisciplinaridade na educação contemporânea. Os estudantes aplicaram conhecimentos de física, matemática, programação, engenharia e artes de forma integrada, percebendo que a solução de problemas complexos exige a combinação de múltiplas áreas do saber. Esse aprendizado ampliou sua visão crítica e estratégica, mostrando que a tecnologia e a ciência podem ser ferramentas de transformação social e ambiental.

O Robô Verde, ao se tornar um projeto tangível dentro do Ateliê Maker, evidenciou que a aprendizagem prática é capaz de engajar os estudantes de maneira profunda, conectando teoria e prática. Ao participar de cada etapa da construção, desde a seleção dos materiais recicláveis até a programação dos motores e sensores, os alunos desenvolveram senso de responsabilidade, autonomia e habilidade para resolver problemas de forma criativa. Esse engajamento mostra que a educação inovadora não se limita a transmitir conteúdos, mas constrói experiências significativas que permanecem na memória e no comportamento dos estudantes, estimulando-os a aplicar o conhecimento em contextos reais.

A prática de reutilizar materiais descartáveis e criar soluções funcionais instiga nos estudantes a reflexão sobre consumo consciente, economia circular e sustentabilidade. Eles perceberam que suas ações podem gerar impacto positivo na comunidade e no planeta, aprendendo que ciência, tecnologia e responsabilidade ambiental podem caminhar juntas.

NA ESCOLA VERDE, UMA BOA INVENÇÃO É COMO UM SANDUÍCHE: PRECISA DO PÃO E DO RECHEIO.

Gladys Nogueira Cabral

Na Escola Verde, a Professora Dalva reuniu todos os estudantes no Ateliê Maker e destacou a importância de colaboração. "Uma boa invenção é como um sanduíche: precisa do pão e do recheio. Sibele, o seu código. Gabriel, os seus materiais são ambos valorosos para o futuro de nosso projeto. Os dois devem formar uma equipe para um projeto maior," afirmou, com um sorriso encorajador.

Os olhos de Gabriel e Sibele se encontraram, e um brilho de uma nova ideia acendeu entre eles. Pela primeira vez, compreenderam que suas habilidades complementares poderiam resultar em algo muito maior do que qualquer protótipo isolado. A colaboração passava a ser a palavra de ordem, e a inovação dependia do trabalho conjunto.

Papel e lápis na mesa, eles começaram a rascunhar esquemas, planos e estratégias para o novo projeto. Cada traço no papel representava não apenas ideias técnicas, mas também valores de responsabilidade, sustentabilidade e criatividade. O Ateliê se transformou em um espaço de experimentação aberta, onde erros eram oportunidades de aprendizado e acertos eram celebrados coletivamente.

Gabriel propôs a ideia de construir um robô modular, que pudesse ser adaptado para diferentes funções utilizando apenas materiais recicláveis. Sibele, com sua expertise em programação, sugeriu que o código fosse flexível, permitindo alterações rápidas de acordo com os testes práticos. A união dessas ideias reforçava a importância da interdisciplinaridade no desenvolvimento de soluções tecnológicas.

Enquanto discutiam o projeto, os colegas começaram a observar e a contribuir com sugestões. Alguns apresentaram alternativas de materiais, como tampinhas coloridas e garrafas PET de diferentes tamanhos, enquanto outros propuseram sensores improvisados com peças de brinquedos antigos. O Ateliê Maker tornou-se um verdadeiro laboratório de criatividade coletiva.

A professora Dalva enfatizou que cada detalhe importava. "Não se trata apenas de construir um robô funcional, mas de compreender como ciência, tecnologia e sustentabilidade se entrelaçam em cada decisão." As palavras dela reforçavam a ideia de que o aprendizado ativo e prático transformava a educação em um processo significativo e conectado à realidade.

Gabriel começou a montar o chassi, escolhendo cuidadosamente peças de papelão mais resistentes e utilizando cola e fita adesiva para garantir a estabilidade. Cada camada adicionada ao robô refletia planejamento e atenção aos detalhes, mostrando que engenharia e criatividade caminham lado a lado.

Sibele, por sua vez, começou a escrever o código base para o robô. Testava pequenas rotinas de movimentação, sensores de proximidade e indicadores luminosos. Cada linha de código era revisada e ajustada, aprendendo com os testes e erros, fortalecendo sua capacidade de análise lógica e resolução de problemas.

O projeto ganhou forma lentamente, mas de maneira consistente. Gabriel ajustava peças e experimentava diferentes configurações de rodas e motores, enquanto Sibele testava os códigos em paralelo, garantindo que cada comando correspondia ao movimento desejado. A integração entre hardware e software se tornou um exercício contínuo de colaboração.

Durante a montagem, ambos perceberam a importância da sustentabilidade. Cada material reaproveitado não era apenas funcional, mas também representava uma escolha ética e

consciente. O Robô Verde, agora um projeto coletivo, simbolizava o compromisso da Escola Verde com a preservação ambiental e o aprendizado responsável.

Os testes iniciais não foram perfeitos. O robô tombava algumas vezes, e os sensores não funcionavam conforme o esperado. No entanto, cada falha era encarada como oportunidade de reflexão, ajuste e aprimoramento. Gabriel e Sibele aprendiam que a perseverança e a paciência são habilidades tão importantes quanto a criatividade e o conhecimento técnico.

Outros alunos começaram a se engajar diretamente no projeto. Alguns ajudavam a reforçar a estrutura com camadas adicionais de papelão, enquanto outros auxiliavam na programação de sensores improvisados. A experiência mostrou que a colaboração e a troca de conhecimentos ampliavam as possibilidades de inovação e aprendizado para todos.

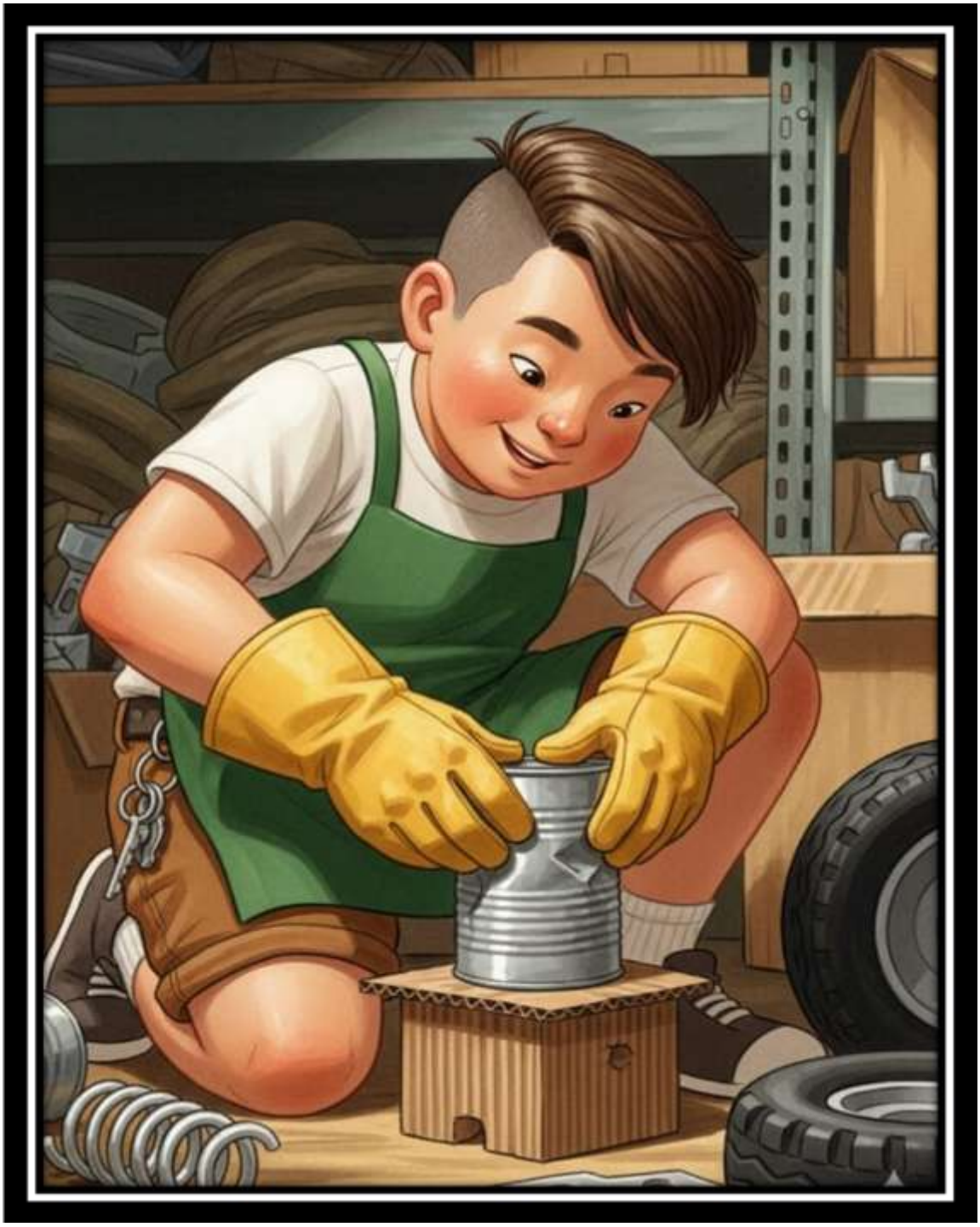
A professora Dalva observava, satisfeita, enquanto o grupo testava o robô. Ela sabia que mais do que o resultado final, o valor estava no processo de aprendizagem: nas discussões, nos testes, nos erros e nas soluções criativas encontradas coletivamente. O Ateliê Maker se consolidava como um espaço de experimentação e protagonismo estudantil.

Gabriel e Sibele sentiram um orgulho crescente ao ver o robô se mover de maneira funcional. Cada ajuste, cada comando e cada peça montada representavam uma vitória coletiva. Eles compreenderam que a tecnologia, aliada à consciência ambiental e à criatividade, podia gerar impactos reais na aprendizagem e na percepção sobre sustentabilidade.

O projeto, embora ainda em desenvolvimento, já despertava ideias para novas criações. Os alunos começaram a planejar expansões do Robô Verde, pensando em diferentes funções e possibilidades de utilização em tarefas ambientais, como coleta seletiva de lixo ou monitoramento de plantas e jardins da escola.

No final do dia, Gabriel e Sibele continuaram refletindo sobre cada etapa do projeto, percebendo que cada dificuldade enfrentada havia se transformado em aprendizado significativo. Eles compreenderam que a construção do Robô Verde não se resumia apenas a peças e códigos, mas envolvia também a capacidade de dialogar, negociar ideias e valorizar perspectivas diferentes. A experiência mostrou que o verdadeiro valor do aprendizado prático está na vivência do processo colaborativo, na busca por soluções conjuntas e na compreensão de que cada contribuição individual fortalece o resultado coletivo.

Os dois estudantes perceberam que a educação baseada na cultura maker e na robótica sustentável instiga a curiosidade, incentiva a experimentação e promove uma consciência ambiental concreta. Ao transformar materiais recicláveis em tecnologia funcional, eles internalizaram a importância da sustentabilidade e do reaproveitamento de recursos, entendendo que cada ação pode impactar positivamente a comunidade e o planeta.



UM NOVO PROJETO NO ATELIÊ MAKER

Simone Helen Drumond Ischkanian

Gabriel sonhou com um novo projeto e logo mergulhou no depósito de reciclagem como um explorador escoteiro. Cada canto do espaço parecia guardar segredos esperando para serem descobertos. Ele encontrou latas vazias que poderiam se transformar na carcaça do robô, molas de um guarda-chuva quebrado que serviriam como suspensão e rodas de carrinho de bebê para garantir mobilidade. A emoção de transformar sucata em tecnologia o motivava a continuar explorando e imaginando novas possibilidades, então Gabriel, iniciou a escrita do seu projeto.

Projeto: Carrinho Solar Sustentável

Objetivo: *Desenvolver um robô em formato de carrinho utilizando materiais recicláveis, com propulsão baseada em energia solar, promovendo aprendizagem prática em ciência, tecnologia e sustentabilidade. O projeto visa incentivar criatividade, trabalho em equipe, consciência ambiental e habilidades de engenharia entre os estudantes.*

Público-alvo: *Alunos do Ensino Fundamental e Médio, adaptável a diferentes níveis de conhecimento, podendo incluir etapas de programação simples, dependendo da faixa etária.*

Materiais necessários:

- *Caixa de papelão resistente ou tampas de plástico para o chassi do carrinho.*
- *Garrafas PET ou latas vazias para estrutura e suporte.*
- *Roldanas ou tampinhas de garrafa para rodas.*
- *Eixo de madeira ou palitos de churrasco para fixação das rodas.*
- *Pequena placa solar (2 a 5V) para alimentar o motor.*
- *Motor DC compatível com a placa solar.*
- *Fios reciclados ou reaproveitados para conexões.*
- *Cola quente, fita adesiva e parafusos pequenos para montagem.*
- *Opcional: LED reciclado para sinalização do carrinho.*

Procedimento metodológico:

1. ***Planejamento do projeto:*** *Os estudantes desenham o formato do carrinho e decidem onde serão fixados motor, rodas e placa solar.*

2. ***Construção do chassi:*** *Utilizando caixa de papelão ou garrafas PET, molda-se a estrutura do carrinho. O chassi deve ser resistente, leve e equilibrado para suportar o motor e a placa solar.*

3. ***Fixação das rodas e eixos:*** *Palitos de churrasco ou eixos de madeira são inseridos nas rodas, garantindo mobilidade. As rodas podem ser adaptadas de tampinhas de garrafa ou pequenas roldanas recicladas.*

4. ***Instalação do motor e conexão solar:*** *O motor é fixado na base do carrinho, conectado à placa solar por fios reciclados. É importante testar a eficiência da energia solar em diferentes intensidades de luz.*

5. ***Ajustes de equilíbrio e estabilidade:*** *Certificar que o carrinho não tombe e que a placa solar receba luz direta. Podem ser adicionadas contrapesos reciclados para melhorar o desempenho.*

6. ***Testes práticos:*** *Colocar o carrinho em uma superfície plana sob luz solar direta e observar o movimento. Anotar problemas de velocidade, equilíbrio ou funcionamento do motor.*

*7. **Aprimoramentos e personalização:** Os estudantes podem adicionar elementos estéticos ou funcionais, como LED para sinalização, suporte para objetos ou decoração criativa, reforçando a interdisciplinaridade com artes.*

Aprendizado esperado:

- *Aplicação de conceitos de energia solar, eletricidade e movimento.*
- *Desenvolvimento de habilidades manuais, criatividade e planejamento.*
- *Sensibilização para sustentabilidade e reaproveitamento de materiais.*
- *Estímulo ao trabalho colaborativo e à resolução de problemas práticos.*

***Aplicação educacional:** O projeto pode ser integrado às disciplinas de ciências, matemática, tecnologia e educação ambiental. Além disso, permite atividades interdisciplinares, como medições de velocidade, cálculo de inclinação e eficiência energética. O carrinho solar também pode ser utilizado em competições internas, desafiando os estudantes a otimizar o desempenho do protótipo.*

***Resultados esperados:** Ao final do projeto, os estudantes terão construído um robô funcional, compreendido princípios de energia renovável e desenvolvido consciência ambiental. Eles também terão exercitado criatividade, pensamento crítico e colaboração, consolidando a aprendizagem prática de forma significativa e divertida.*

Após escrever o projeto, ele cortou, colou e parafusou cada peça com cuidado, testando a resistência de cada elemento antes de adicioná-lo ao protótipo. Gabriel percebia que a precisão e a paciência eram tão importantes quanto a criatividade, pois um erro estrutural poderia comprometer todo o projeto. Ao mesmo tempo, ele se sentia livre para experimentar, inventar e combinar materiais de maneiras inesperadas, ampliando os horizontes da robótica sustentável.

Enquanto ajustava as rodas de carrinho, ele refletiu sobre como cada componente poderia influenciar o desempenho do robô. Pensava na trajetória, na velocidade e na estabilidade, imaginando diferentes terrenos que o Robô Verde poderia percorrer. Essa fase de planejamento e teste permitiu que ele aplicasse conhecimentos de física e engenharia de forma prática, reforçando o aprendizado teórico recebido em sala de aula.

Gabriel também se preocupou com o equilíbrio do protótipo. Ele adicionou pesos estrategicamente e testou diferentes combinações de molas e suportes, observando como o robô se comportava em cada movimento. Cada tentativa fornecia novas informações, permitindo que ele refinasse o projeto e compreendesse melhor os princípios da mecânica e da dinâmica.

Enquanto isso, Sibele se juntou a ele para trabalhar no software de controle do robô. Ela escreveu rotinas para movimentação, detecção de obstáculos e iluminação de LEDs, garantindo que o Robô Verde fosse funcional e eficiente. A parceria entre estrutura física e programação

mostrou que o sucesso do projeto dependia da integração entre diferentes habilidades e conhecimentos.

Gabriel percebeu que o uso de materiais recicláveis não apenas tornava o projeto sustentável, mas também estimulava sua criatividade. Ele precisava encontrar soluções para adaptar peças que não haviam sido projetadas para robótica, transformando limitações em oportunidades de inovação. Cada desafio técnico se tornava um convite à experimentação e à descoberta.

O processo de construção também envolvia aprendizado contínuo sobre ferramentas e técnicas de fixação. Gabriel utilizou fita adesiva, cola quente, parafusos e braçadeiras improvisadas, testando diferentes combinações para alcançar resistência e leveza. Ele percebeu que o domínio de técnicas manuais era essencial para complementar o conhecimento teórico e a programação.

Sibele sugeriu que o robô tivesse sensores improvisados feitos com peças de brinquedos antigos e fios reciclados. Gabriel incorporou a ideia ao projeto, entendendo que a inovação não dependia de equipamentos caros, mas da capacidade de pensar de maneira criativa e funcional. Essa abordagem reforçava a filosofia do “faça você mesmo”, central na cultura maker e na robótica sustentável.

Os testes iniciais não foram perfeitos. O robô tombava ao virar em curvas, e alguns motores não respondiam como esperado. Gabriel analisou cada falha, ajustando suportes, recalibrando molas e reposicionando rodas. Ele aprendeu que o erro era parte do processo, uma oportunidade para fortalecer o protótipo e aprimorar suas habilidades de engenharia e resolução de problemas.

Sibele, enquanto ajustava o software, propôs simulações para testar diferentes trajetórias. Gabriel observava atentamente, anotando dados sobre estabilidade e velocidade. Essa combinação de prática e análise crítica demonstrava que a robótica sustentável é um campo que integra criatividade, ciência e reflexão contínua sobre desempenho e eficiência.

O projeto começou a atrair atenção de outros estudantes do Ateliê Maker. Alguns se aproximaram para observar, perguntar e oferecer sugestões. Gabriel percebeu que compartilhar o processo enriquecia a experiência, permitindo novas ideias e soluções que ele sozinho talvez não tivesse imaginado. A colaboração mostrava que a aprendizagem coletiva era tão valiosa quanto o protótipo final.

Enquanto ajustava a carcaça de lata, Gabriel refletiu sobre o impacto ambiental de sua escolha de materiais. Ele se orgulhava de transformar lixo em tecnologia, entendendo que a robótica sustentável não apenas ensina ciência, mas também consciência ecológica e responsabilidade social. Cada peça reaproveitada representava um passo em direção a um aprendizado ético e consciente.

Sibele contribuiu com sugestões de cores e iluminação para destacar o Robô Verde, reforçando a importância da estética e da comunicação visual no projeto. Gabriel incorporou LEDs reciclados, ajustando circuitos e testando padrões de luz. Eles perceberam que tecnologia e criatividade poderiam caminhar juntas, tornando o robô funcional e atrativo ao mesmo tempo.

Após horas de ajustes, o Robô Verde começou a se mover de maneira consistente. Gabriel e Sibele comemoraram cada avanço, entendendo que o sucesso do protótipo era resultado de esforço, paciência e colaboração. Eles aprenderam que a construção de um robô sustentável envolve habilidades técnicas, criatividade e, sobretudo, trabalho em equipe.

O projeto também serviu para ensinar conceitos interdisciplinares a outros alunos. Enquanto observavam, crianças e adolescentes aprenderam sobre física, programação, engenharia e sustentabilidade de forma prática e significativa. Gabriel e Sibele se tornaram modelos de aprendizado ativo, inspirando colegas a explorar a cultura maker em seus próprios projetos.

Ao final do dia, o Robô Verde estava pronto para demonstração. Gabriel e Sibele analisaram o resultado com orgulho e satisfação, conscientes de que o aprendizado estava muito além do objeto construído. Eles haviam adquirido habilidades, valores e experiências que os acompanhariam pelo restante da vida, transformando o Ateliê Maker em um espaço de conhecimento, criatividade e cidadania.

A experiência demonstrou que a robótica sustentável é muito mais do que um recurso didático; ela constitui uma ferramenta de transformação educativa que conecta o aprendizado teórico à prática concreta. Ao construir protótipos a partir de materiais recicláveis, os estudantes são incentivados a explorar conceitos de física, matemática e engenharia de forma interdisciplinar, tornando o conhecimento mais acessível e significativo. Essa abordagem ativa fortalece a capacidade de resolução de problemas e promove o pensamento crítico, mostrando que cada desafio técnico oferece uma oportunidade de desenvolvimento cognitivo e socioemocional. Ao buscar soluções funcionais com recursos limitados e reaproveitados, eles aprenderam a valorizar o planejamento, a experimentação e a perseverança, compreendendo que o processo de criação é tão importante quanto o resultado final. Essa prática não apenas desenvolve habilidades técnicas, mas também incentiva a autonomia, a tomada de decisão e a consciência do impacto de suas ações sobre o meio ambiente e a comunidade em que estão inseridos.

A integração entre ciência, tecnologia e sustentabilidade mostrou que a educação pode ser um agente de transformação social. Gabriel e Sibele entenderam que os conhecimentos adquiridos no Ateliê Maker poderiam ser aplicados de maneira prática para gerar benefícios coletivos, seja através de projetos de conscientização ambiental, da construção de dispositivos funcionais ou do compartilhamento de experiências com colegas e comunidade. A robótica sustentável, portanto, forma cidadãos capazes de agir de forma inovadora, crítica e colaborativa, promovendo mudanças positivas que vão além da sala de aula e contribuem para um futuro mais consciente e sustentável.

Silvana Nascimento de Carvalho

Sibele adorava as aulas de cultura maker e desenvolvimento de robôs sustentáveis, sentindo-se fascinada pelo potencial de transformar ideias em projetos concretos. A cada nova atividade, ela descobria maneiras de unir criatividade, ciência e consciência ambiental, experimentando com materiais recicláveis e componentes eletrônicos de forma prática e divertida. Durante uma conversa com seu pai, Ademir, eles começaram a trocar ideias sobre novas possibilidades, explorando como a robótica e a tecnologia poderiam se expandir para além do Ateliê Maker.

Inspirados pelas aulas e pela paixão de Sibele por inovação, pai e filha decidiram desenvolver um projeto de animação gráfica no computador. Utilizando uma pequena placa controladora, eles integraram sensores, LEDs e motores para criar movimentos programados que

poderiam ser representados visualmente na tela. A ideia era transformar conceitos físicos e matemáticos em uma animação interativa, permitindo que o aprendizado se tornasse mais visual, lúdico e acessível para outros estudantes.

O projeto começou com a definição da história e dos elementos gráficos que seriam animados. Sibele e Ademir elaboraram personagens que representavam os robôs sustentáveis construídos em sala, destacando a importância da reutilização de materiais e da criatividade. Em seguida, conectaram a placa ao computador e programaram os comandos que acionariam movimentos e efeitos visuais, testando constantemente para ajustar a precisão e a fluidez da animação e com a projeção escrita, nasceu o projeto de "Animação Interativa de Robôs Sustentáveis" de Sibele e seu pai Ademir.

Projeto: Animação Interativa de Robôs Sustentáveis

Objetivo: *Desenvolver uma animação gráfica interativa que represente robôs construídos a partir de materiais recicláveis, integrando programação, robótica sustentável e design digital. O projeto visa estimular criatividade, raciocínio lógico, consciência ambiental e habilidades de trabalho colaborativo.*

Público-alvo: *Alunos do Ensino Fundamental II e Ensino Médio, adaptável para diferentes níveis de conhecimento em robótica e informática.*

Materiais necessários:

- *Placa microcontroladora (como Arduino ou Micro:bit)*
- *LED RGB e pequenos motores DC retirados de brinquedos antigos*
- *Sensores simples (sensor de luz, sensor de distância, botão)*
- *Fios reciclados e conectores*
- *Computador com software de programação visual (Scratch, Tinkercad ou similar)*
- *Papelão, tampas de garrafa, garrafas PET ou outros materiais recicláveis para construir os robôs físicos*
- *Cola quente, fita adesiva e ferramentas básicas de corte*

Metodologia:

1. ***Planejamento e design dos robôs:***
   - *Os estudantes desenham os robôs que serão representados na animação.*
   - *Cada robô terá características visuais e funcionais inspiradas em protótipos de materiais recicláveis.*
2. ***Construção física dos protótipos:***
   - *Utilizando papelão, tampas e garrafas PET, os alunos montam os robôs físicos.*
   - *LED e pequenos motores são integrados para criar movimentos e efeitos que serão simulados digitalmente.*

3. ***Programação da animação gráfica:***

- *Conectar a placa microcontroladora ao computador.*
- *Programar os movimentos dos robôs e efeitos visuais no software de programação visual, usando os sensores para criar interatividade.*
- *Exemplos: ao acionar um botão, o robô se move na tela; ao detectar luz, o LED virtual muda de cor.*

4. ***Testes e ajustes:***

- *Testar a animação interativa e ajustar os comandos da placa para sincronizar com os movimentos virtuais.*
- *Corrigir falhas e otimizar a experiência interativa.*

5. ***Apresentação e socialização:***

- *Expor a animação e os protótipos físicos em um Ateliê Maker ou feira de ciências.*
- *Explicar o conceito de robótica sustentável, a importância do reaproveitamento de materiais e o funcionamento da animação interativa.*

Aprendizado esperado:

- *Compreensão de conceitos de eletrônica, energia e programação.*
- *Aplicação prática de física, matemática e lógica computacional.*
- *Desenvolvimento de criatividade, colaboração e pensamento crítico.*
- *Sensibilização sobre sustentabilidade, reaproveitamento de materiais e responsabilidade ambiental.*

Avaliação:

- *Participação e engajamento no processo de construção e programação.*
- *Funcionamento da animação interativa e integração com os protótipos físicos.*
- *Relatório ou apresentação explicando o conceito do projeto, os desafios superados e os aprendizados adquiridos.*

Resultados esperados:

- *Criação de robôs físicos e animações digitais que representam princípios de sustentabilidade.*
- *Estudantes com maior autonomia, habilidades práticas e consciência ambiental.*
- *Incentivo à interdisciplinaridade, conectando ciência, tecnologia, arte e educação ambiental em um único projeto.*

A cada teste, Sibele aprendia a manipular diferentes softwares de programação gráfica e lógica computacional, percebendo como a tecnologia podia dar vida às suas ideias. Ademir contribuiu com conceitos de engenharia e algoritmos, ajudando a filha a estruturar os movimentos e sincronizar as ações com os elementos visuais da animação. Esse processo reforçou a

interdisciplinaridade do aprendizado, combinando programação, eletrônica, design e robótica sustentável em um único projeto.

A animação gráfica criada por Sibele e Ademir ia muito além do simples movimento de robôs na tela; ela se transformava em uma narrativa visual capaz de transmitir valores e conceitos importantes. Cada gesto, cada luz acesa, cada ação dos robôs ilustrava princípios de sustentabilidade, mostrando como materiais descartáveis podiam ganhar nova vida e servir a propósitos educativos. A combinação de criatividade, programação e robótica sustentável permitiu que os estudantes percebessem o impacto concreto de suas escolhas e ações, reforçando a importância da consciência ambiental no cotidiano.

Sibele percebeu que a tecnologia, quando usada de forma intencional e reflexiva, deixa de ser apenas um recurso pedagógico e passa a ser um veículo de expressão e comunicação. Por meio da animação, ela conseguiu contar histórias que envolviam conceitos científicos, valores socioambientais e soluções criativas, tornando o aprendizado mais significativo. Essa experiência mostrou que a cultura maker não se limita a construir protótipos físicos, mas também inclui a capacidade de transformar ideias em narrativas visuais interativas que cativam e educam ao mesmo tempo.

O projeto também destacou a importância da experimentação e da tentativa e erro no processo educativo. Ao ajustar movimentos, programar sensores e refazer conexões, Sibele aprendeu que cada falha era uma oportunidade de aprimorar seu trabalho e fortalecer suas habilidades técnicas. Essa abordagem prática e reflexiva incentivou não apenas a resolução de problemas, mas também a persistência, a paciência e a capacidade de inovar, elementos essenciais para o desenvolvimento integral dos estudantes em um mundo cada vez mais tecnológico e consciente.

A animação serviu como uma ponte entre a escola e a comunidade, permitindo que outras turmas e até familiares observassem o resultado do trabalho colaborativo e sustentável. Durante as apresentações, os visitantes puderam interagir com os protótipos, compreender o funcionamento dos robôs e participar de pequenas atividades de programação, tornando a experiência ainda mais envolvente.

O projeto inspirou outros estudantes a explorar ideias próprias, pensar em soluções criativas para problemas ambientais e perceber que a educação pode ser um espaço de transformação social. Os debates gerados sobre sustentabilidade e inovação incentivaram a reflexão sobre o impacto das ações cotidianas no meio ambiente, promovendo consciência crítica desde cedo. Sibele entendeu que a cultura maker e a robótica sustentável, integradas à tecnologia digital, têm o potencial de formar cidadãos conscientes, capazes de aplicar conhecimento, criatividade e responsabilidade em prol de um futuro mais sustentável e inovador, estimulando a colaboração, a autonomia e a empatia entre todos os participantes.

A CULTURA MAKER E OS ROBÔS SUSTENTÁVEIS, CONSOLIDOU A ESCOLA VERDE COMO REFERÊNCIA EM EDUCAÇÃO INOVADORA.

Rosimery Mendes Rodrigues

Na Escola Verde, a cultura maker e o desenvolvimento de robôs sustentáveis se consolidaram como pilares de uma educação inovadora e transformadora, sendo acolhidos com entusiasmo por alunos de todas as idades. Cada estudante, ao ingressar no Ateliê Maker, percebeu que poderia ser protagonista de seu próprio aprendizado, explorando ideias, testando hipóteses e construindo protótipos a partir de materiais recicláveis. Esse ambiente permitiu que crianças e adolescentes se aproximassem da ciência, da tecnologia e da engenharia de maneira prática, divertida e significativa, transformando conceitos abstratos em experiências concretas e tangíveis.

Os robôs desenvolvidos no Ateliê não eram apenas objetos tecnológicos; eles representavam a capacidade de criar soluções funcionais com consciência ambiental. Ao reutilizar garrafas PET, papelão, tampinhas e sucata eletrônica, os alunos demonstravam que o lixo, quando visto como recurso, pode ser transformado em inovação. Cada componente reaproveitado contava uma história de sustentabilidade e responsabilidade, permitindo que os estudantes compreendessem a importância da economia circular e da redução do desperdício, valores essenciais para a preservação do planeta.

A prática constante da cultura maker estimulou a criatividade e a imaginação, incentivando os alunos a pensar além do óbvio e a desenvolver soluções originais para desafios propostos. Ao planejar e construir robôs, eles aprendiam a combinar ciência, matemática, tecnologia e engenharia, aplicando conhecimentos teóricos em contextos práticos e reais. Essa integração interdisciplinar fortaleceu a capacidade de raciocínio lógico, análise crítica e resolução de problemas, preparando-os para enfrentar situações complexas tanto no ambiente escolar quanto em suas vidas cotidianas.

O Ateliê Maker também reforçou a colaboração e o trabalho em equipe, habilidades essenciais para o desenvolvimento socioemocional. Os alunos precisavam dialogar, compartilhar ideias e negociar soluções, compreendendo que a soma de diferentes perspectivas resultava em projetos mais robustos e eficientes. Gabriel e Sibele, por exemplo, aprenderam que unir suas habilidades distintas – programação e construção de materiais – potencializava os resultados, mostrando que a cooperação é fundamental para alcançar objetivos maiores.

Ao longo do processo, os estudantes desenvolveram um senso de responsabilidade ambiental que se estendeu para além da escola. Eles passaram a perceber como pequenas ações, como reaproveitar materiais e reduzir o desperdício, têm impacto direto no meio ambiente. Essa conscientização ambiental, aliada à prática tecnológica, proporcionou uma experiência de aprendizado completa, onde ciência, ética e cidadania se entrelaçam, formando cidadãos mais conscientes e engajados com a sustentabilidade.

Os projetos realizados no Ateliê Maker receberam reconhecimento e prêmios, destacando-se pela inovação, criatividade e relevância social. Esse reconhecimento reforçou o valor das iniciativas dos estudantes e incentivou outros a se engajar em atividades semelhantes. Cada premiação não era apenas uma celebração do sucesso técnico, mas também do compromisso com o cuidado com o planeta, mostrando que a educação pode gerar mudanças concretas e positivas na comunidade.

A robótica sustentável tornou-se um elemento central para aproximar os alunos das questões ambientais de forma prática e dinâmica. Ao construir robôs movidos a energia solar ou programar movimentos utilizando placas microcontroladoras, os estudantes aprendiam princípios de eletrônica, física e programação de forma intuitiva e envolvente. Essa experiência prática

transformou o aprendizado em algo memorável e estimulante, reforçando o interesse dos alunos por tecnologia e inovação.

Além do desenvolvimento técnico, o Ateliê Maker estimulou habilidades socioemocionais, como paciência, perseverança e resiliência. Durante a construção e programação dos robôs, os estudantes enfrentaram desafios, cometeram erros e aprenderam a lidar com frustrações, compreendendo que o processo de tentativa e erro é essencial para o crescimento pessoal e para o sucesso em projetos complexos. Essa aprendizagem prática contribuiu para formar indivíduos mais preparados, confiantes e autônomos.

A escola também incentivou a interdisciplinaridade, promovendo conexões entre artes, ciência, matemática e tecnologia. Os alunos podiam personalizar seus robôs, aplicar conceitos de geometria e física no design, e criar animações e gráficos digitais para ilustrar seus projetos. Essa integração de diferentes áreas do conhecimento tornou o aprendizado mais completo, permitindo que cada estudante explorasse suas habilidades e interesses de maneira holística e significativa.

O Ateliê Maker ainda funcionou como um espaço de socialização e troca de experiências, fortalecendo vínculos entre alunos, professores e familiares. Pais e responsáveis puderam acompanhar o progresso dos projetos, participar de atividades práticas e compreender a relevância da cultura maker para o desenvolvimento integral dos filhos. Essa interação criou um senso de comunidade e pertencimento, mostrando que a educação vai além da sala de aula e envolve toda a sociedade.

O impacto da robótica sustentável e da cultura maker também se estendeu para a comunidade externa, inspirando escolas vizinhas e instituições a adotarem práticas similares. As ideias geradas no Ateliê Verde incentivaram discussões sobre inovação, reaproveitamento de materiais e responsabilidade ambiental, mostrando que projetos educativos podem provocar mudanças sociais significativas e duradouras.

A experiência consolidou a Escola Verde como referência em educação inovadora, mostrando que é possível integrar tecnologia, sustentabilidade e aprendizado prático de forma contínua e transformadora.

Os estudantes não apenas adquiriram conhecimentos e habilidades técnicas, mas também desenvolveram valores fundamentais para a vida em sociedade, como colaboração, ética, empatia e consciência ambiental. Através da construção de robôs sustentáveis e da participação em atividades maker, eles aprenderam a importância de trabalhar em equipe, respeitar diferentes ideias e assumir responsabilidades coletivas.. Os alunos passaram a compreender que cada ação, por menor que seja, pode gerar impactos significativos no meio ambiente e na comunidade em que vivem. A escola promoveu a formação de cidadãos críticos, inovadores e comprometidos com o futuro do planeta, preparados para enfrentar desafios complexos com consciência, criatividade e responsabilidade.

3. CONCLUSÃO

A integração da cultura maker com o desenvolvimento de robôs sustentáveis demonstra ser uma abordagem educativa inovadora, capaz de unir criatividade, tecnologia e responsabilidade socioambiental. Ao utilizar materiais recicláveis e componentes reaproveitados, os estudantes não apenas aprendem conceitos científicos e tecnológicos de forma prática, mas também desenvolvem consciência ambiental, promovendo a economia circular e o reaproveitamento de recursos. Essa prática fortalece habilidades técnicas e socioemocionais, como raciocínio lógico, trabalho em equipe, resolução de problemas e pensamento crítico, preparando os alunos para enfrentar desafios complexos de maneira criativa e colaborativa.

A combinação de DIY, robótica e sustentabilidade contribui para a democratização do acesso à tecnologia, tornando possível a participação de estudantes de diferentes contextos socioeconômicos em projetos inovadores. A experimentação prática, característica central do movimento maker, permite a aplicação concreta de conteúdos interdisciplinares, aproximando teoria e prática e tornando o aprendizado significativo e motivador. Essa metodologia incentiva a autonomia, o protagonismo e a inovação, formando cidadãos críticos, conscientes e capazes de propor soluções tecnológicas e ambientais para problemas reais da sociedade.

A cultura maker aliada à robótica sustentável não apenas incentiva a aprendizagem prática, mas também fortalece a capacidade dos estudantes de refletirem sobre os impactos de suas ações no meio ambiente. Ao transformar materiais descartados em soluções tecnológicas funcionais, os alunos aprendem a valorizar recursos, compreender a importância da economia circular e desenvolver hábitos conscientes de consumo. Esse processo promove a integração entre criatividade e responsabilidade socioambiental, estimulando o pensamento crítico e a capacidade de propor soluções inovadoras para problemas reais, o que contribui para a formação de cidadãos mais engajados e preparados para atuar de forma ética e sustentável na sociedade.

A implementação da cultura maker com enfoque em robótica sustentável favorece a inclusão tecnológica e a democratização do acesso ao conhecimento científico e tecnológico. Estudantes de diferentes contextos socioeconômicos têm a oportunidade de participar de projetos inovadores, explorando conceitos de física, matemática, programação e engenharia de forma prática e significativa. Essa metodologia incentiva a colaboração, o trabalho em equipe e a troca de ideias, promovendo habilidades socioemocionais essenciais, como empatia, comunicação e liderança, ao mesmo tempo em que fortalece a autonomia e o protagonismo dos alunos na construção de seu próprio aprendizado.

REFERÊNCIAS

ABBEG, Thiago Phelippe. **Brilhando na era digital: desvendando a magia da robótica com Arduino, potenciômetros e LED.** *ETS FACERE – Revista de Tecnologia e Conhecimento*, v. 1, n. 1, p. 21-39, 2023.

ALBUQUERQUE, E. S. et al. **Robótica sustentável e o ensino de química: uma prática pedagógica utilizando lixo eletrônico**. In: XII Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, 2019, Natal-RN. *Anais...* Natal: ENPEC, 2019. Disponível em: http://abrapecnet.org.br/enpec/xii-enpec/anais/resumos/1/R0880-1.pdf. Acesso em: 2 out. 2025.

BOGARIM, C. A. C. et al. **Larpp sustentável e seu auxílio na educação ambiental nas escolas e comunidade de Ponta Porã.** *Anais II CONEDU...* Campina Grande: Realize Editora, 2015. Disponível em: https://www.editorarealize.com.br/index.php/artigo/visualizar/16223. Acesso em: 4 out. 2025.

CAMPOS, Augusto. **O que é software livre**. *BR-Linux*. Florianópolis, 2006.

CRESWELL, John W. **Projeto de pesquisa: métodos qualitativo, quantitativo e misto.** 5. ed. Porto Alegre: Penso, 2021.

DE PAULA, Bruna Braga; DE OLIVEIRA, Tiago; MARTINS, Camila Bertini. **Análise do uso da cultura maker em contextos educacionais: revisão sistemática da literatura.** *RENOTE*, v. 17, n. 3, p. 447-457, 2019.

DE SOUZA JUNIOR, Francisco Fernando; BESSA, Olavo Fontes Magalhães. **Faça você mesmo (*do it yourself*): o movimento maker e os benefícios no processo de fabricação dos produtos**. *Brazilian Journal of Development*, v. 4, n. 5, p. 2288-2308, 2018.

DERBONA, Carlos Henrique et al. **O movimento "Do It Yourself" e a grande indústria em momentos de crise.** In: *XXXIX Congresso Brasileiro de Ciências da Comunicação*, 2016.

FREIRE, P. **Pedagogia do oprimido.** 11. ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1994.

GIL, Antonio Carlos. **Como elaborar projetos de pesquisa.** 6. ed. São Paulo: Atlas, 2018.

GIL, Antonio Carlos. **Métodos e técnicas de pesquisa social.** 6. ed. São Paulo: Atlas, 2008.

ISCHKANIAN, Simone Helen Drumond; CABRAL, Gladys Nogueira; BRAGA, Regina Daucia de Oliveira; SILVA, Taynan Alécio da; ISCHKANIAN, Sandro Garabed. **Robótica sustentável: da reciclagem à educação tecnológica do futuro para preservação do meio ambiente.** 2022. 12 p. Disponível em: https://pt.scribd.com/document/600155701/25-Artigo-Robotica-Sustentavel-Completo-1. Acesso em: 2 out. 2025.

LAKATOS, Eva Maria; MARCONI, Marina de Andrade. **Fundamentos de metodologia científica.** 8. ed. São Paulo: Atlas, 2017.

LAKATOS, Eva Maria; MARCONI, Marina de Andrade. **Técnicas de pesquisa.** 7. ed. São Paulo: Atlas, 2010.

LÜDKE, M.; ANDRÉ, M. E. D. A**. Pesquisa em educação: abordagens qualitativas.** São Paulo: EPU, 1986.

MOURÃO, Victor Luiz Alves et al. **Inovação como dispositivo âncora na política científico-tecnológica brasileira.** Análise sociossimbólica da IV Conferência Nacional de Ciência, Tecnologia e Inovação. 2015.

PRODANOV, C. C.; FREITAS, E. C. **Metodologia do trabalho científico: métodos e técnicas da pesquisa e do trabalho acadêmico.** 2. ed. Novo Hamburgo: Feevale, 2013.

QUARESMA, Renata Pires et al. **REAs e Cultura Maker: pressupostos para construção de novos espaços de conhecimento na educação superior pós-pandemia.** In: *4º Congresso Internacional Media Ecology and Image Studies – Reflexões sobre o ecossistema midiático pós-pandemia*, 2021.

QUIVY, Raymond; CAMPENHOUDT, Luc Van. **Manual de investigação em ciências sociais.** 3. ed. Lisboa: Gradiva, 2008.

RICHARDSON, Roberto Jarry. **Pesquisa social: métodos e técnicas.** 3. ed. São Paulo: Atlas, 1999.

SEVERINO, Antônio Joaquim. **Metodologia do trabalho científico.** 24. ed. rev. e atual. São Paulo: Cortez, 2016.

VERGARA, Sylvia Constant. **Projetos e relatórios de pesquisa em administração.** 14. ed. São Paulo: Atlas, 2014.

E-BOOK - 2025